V/21

Verlag von F. C. W. Vogel in Leipzig.

Ueber die Bedeutung
der
Chemischen Strahlen des Lichtes
für Medicin und Biologie.
Drei Abhandlungen
von
Prof. Dr. **Niels R. Finsen** in Kopenhagen.
Mit 6 Abbildungen und 6 Tafeln.
gr. 8. 1899. Preis M. 2.50.

Ueber die Anwendung von concentrirten
Chemischen Lichtstrahlen in der Medicin
von
Prof. Dr. **Niels R. Finsen** in Kopenhagen.
Mit 4 Abbildungen und 2 Tafeln.
gr. 8°. 1899. Preis M. 1.20.

Mittheilungen
aus
Finsens Medicinske Lysinstitut
(Finsens medicinischem Lichtinstitut)
in
Kopenhagen.
I.
Herausgegeben von
Prof. Dr. **Niels R. Finsen.**

Die deutsche Ausgabe herausgegeben von
Dr. **Valdemar Bie,**
Laboratoriums-Assistent am Institute.
8. 1900. Preis M. 3.—.

Druck von August Pries in Leipzig.

FINSEN, MEDICINISCHES LICHTINSTITUT. II. HEFT.

MITTEILUNGEN
AUS
FINSENS MEDICINSKE LYSINSTITUT
(FINSENS MEDICINISCHEM LICHTINSTITUT)
IN
KOPENHAGEN

II

HERAUSGEGEBEN
VON
PROF. DR. NIELS R. FINSEN

DIE DEUTSCHE AUSGABE HERAUSGEGEBEN
VON
DR. VALDEMAR BIE
LABORATORIUMS-ASSISTENT AM INSTITUTE

LEIPZIG
VERLAG VON F. C. W. VOGEL
1901

* Neuer Verlag von F. C. W. VOGEL in Leipzig. *

LEHRBUCH
DER
PHYSIOLOGIE DES MENSCHEN
von
G. von Bunge,
Professor in Basel.

Erster Band: **Sinne, Nerven, Muskeln, Fortpflanzung**
in 28 Vorträgen.

Gr. 8°. Preis broschiert M. 10.—; gebunden M. 11.25.

Das Lehrbuch der gesamten Physiologie des Menschen erscheint in 2 Bänden, dem oben angekündigten nervenphysiologischen Band — Sinne, Nerven, Muskeln, Fortpflanzung — und dem Band, der den Stoffwechsel enthält und später erscheint.

Ein neues Lehrbuch des grossen Physiologen ist eine epochemachende Neuerscheinung in der medizinischen Litteratur und wird namentlich der jetzt erschienene I. Band, die Nervenphysiologie, von den massgebenden Kreisen mit Ungeduld erwartet.

LEHRBUCH
DER
ALLGEMEINEN PATHOLOGIE
UND DER
ALLGEMEINEN PATHOLOGISCHEN ANATOMIE
von
Dr. Hugo Ribbert,
Professor der allgemeinen Pathologie und der pathologischen Anatomie an der Universität Marburg in Hessen.

Mit 338 zum Theil farbigen Textfiguren.

Gr. 8°. Broschirt M. 14.—, geb. M. 15.80.

ENCYKLOPÄDIE
DER
HAUT- UND GESCHLECHTS-KRANKHEITEN

Herausgegeben
von
Professor Dr. **E. Lesser** in Berlin

Bearbeitet von

DR. H. APOLANT, BERLIN. PRIVATDOCENT DR. BARLOW, MÜNCHEN. DR. E. BEIER, LEIPZIG. DR. BLASCHKO BERLIN. DR. BRUHNS, BERLIN. DR. BUSCHKE, BERLIN. PROF. DR. CASPARY, KÖNIGSBERG. PROF. DR. FINGER, WIEN. PROF. DR. VON FREY, WÜRZBURG. PROF. DR. GREEFF, BERLIN. PRIMARARZT DR. HARTTUNG, BRESLAU. PROF. DR. HAVAS, BUDAPEST. DR. HELLER, BERLIN. OBERARZT DR. HERXHEIMER, FRANKFURT A. M. PROF. DR. HEYMANN, BERLIN. PROF. DR. JADASSOHN, BERN. PROF. DR. JANOWSKI, PRAG. PRIVATDOCENT DR. JANSEN, BERLIN. DR. MAX JOSEPH, BERLIN. DR. R. ISAAC, BERLIN. PRIVATDOCENT DR. LAEHR, BERLIN. DR. LEDERMANN, BERLIN. PROF. DR. E. LESSER, BERLIN. DR. F. LOEWENHARDT, BRESLAU. PROF. DR. MRAČEK, WIEN. PROSECTOR DR. MÜLLER, TÜBINGEN. GEH. MED. RATH PROF. DR. NEISSER, BRESLAU. PRIVATDOCENT DR. PASCHKIS, WIEN. PROF. DR. VON PETERSEN, ST. PETERSBURG. PROF. DR. POSNER, BERLIN. PROF. DR. RILLE, INNSBRUCK. PROF. DR. RÓNA, BUDAPEST. DR. O. ROSENTHAL, BERLIN. DR. SAALFELD, BERLIN. PRIVATDOCENT DR. SCHÄFFER, BRESLAU. PROF. DR. SEIFERT, WÜRZBURG. DR. STERNTHAL, BRAUNSCHWEIG. PRIVATDOCENT DR. ULLMANN, WIEN. HOFRATH DR. VEIEL, CANNSTATT. PROF. DR. WELANDER, STOCKHOLM. PROF. DR. WOLFF, STRASSBURG. PROF. DR. VON ZEISSL, WIEN. DR. ZINSSER, KÖLN.

LEIPZIG
VERLAG VON F. C. W. VOGEL
1900

Gr. Lex.-8°. 1900. Preis: broschiert M. 30.—; gebunden M. 33.—.

MITTEILUNGEN
AUS
FINSENS MEDICINSKE LYSINSTITUT
(FINSENS MEDICINISCHEM LICHTINSTITUT)
IN
KOPENHAGEN

II

HERAUSGEGEBEN
VON
PROF. DR. NIELS R. FINSEN

DIE DEUTSCHE AUSGABE HERAUSGEGEBEN
VON
DR. VALDEMAR BIE
LABORATORIUMS-ASSISTENT AM INSTITUTE

LEIPZIG
VERLAG VON F. C. W. VOGEL
1901

Vorwort.

In diesem Hefte sind das zweite und dritte Heft der dänischen Ausgabe gesammelt; zwei Artikel sind ausgelassen, da sie schon anderswo ausgegeben sind, nämlich Professor FINSENs: Das Licht als Incitament (Über die Bedeutung der chemischen Strahlen des Lichtes für Medizin und Biologie. Drei Abhandlungen von N. R. FINSEN, Leipzig 1899) und Professor H. MYGINDs: Lupus vulgaris laryngis, eine klinische Untersuchung (Archiv für Laryngologie 10. Bd.).

Herr Dr. Th. SCHÜLER in Berlin hat uns das Wohlwollen erzeigt, die Übersetzung dieses Heftes wie die des vorigen zu korrigieren.

Kopenhagen im Dezember 1900.

Valdemar Bie.

Inhalt.

Seite

Vorwort V

I. Die Wirkungen des Lichtes auf Mikroorganismen. Von Dr. med. Sophus Bang 1

II. Das Aktinoskop. Von Absalon Larsen. 108

III. Ein Photometer. Von Absalon Larsen 112

IV. Die Abhängigkeit des elektrischen Bogenlichtes von der Stromstärke und der Spannung. Von Absalon Larsen 118

V. Bericht aus Finsens medicinske Lysinstitut. Von Prof. dr. Niels R. Finsen 124

VI. Untersuchungen über das Häufigkeitsverhältnis von Lupus vulgaris in Dänemark. Von Prof. dr. Niels R. Finsen 139

VII. Behandlung von Masern und Scharlach mit Ausschliessung der sogenannten chemischen Lichtstrahlen. Übersichtsartikel. Von Dr. Valdemar Bie 146

I.

Die Wirkungen des Lichtes auf Mikroorganismen

von

Sophus Bang.

1) Eine neue Untersuchungsmethode.

Trotz der zahlreichen Arbeiten der letzten Jahre über die Wirkungen des Lichtes auf die Bakterien nimmt die mehr als zwanzigjährige Arbeit von DOWNES und BLUNT über diesen Gegenstand immer noch die führende Stellung ein. Im grossen und ganzen sind ihre Resultate bestätigt worden; ausserdem wurden wir mit einer Menge von Detailkenntnissen bereichert. aber nur wenigen späteren Forschern ist es gelungen, neue leitende Gesichtspunkte heranzuziehen, und die Meinungen der einzelnen Verfasser gehen so weit auseinander, dass man beim Studium der einschlägigen Litteratur einen ans Chaotische sich nähernden Eindruck erhält.

Diese führende Stellung der Arbeiten DOWNES' und BLUNTs verdient umsomehr hervorgehoben zu werden, als man gewöhnlich nicht den grossen Abstand zwischen ihnen und der Mehrzahl ihrer Nachfolger genügend hervorhebt. Gewisse Unvollkommenheiten müssen ja an Versuchen auf bisher unbekanntem Boden kleben, aber von eigentlichen Versuchsfehlern haben sie nicht andere gemacht, als die Nachfolger.

Man muss überhaupt staunen, wie vielseitig DOWNES und BLUNT gleich vom Anfang an die Sache aufzunehmen wussten. Sie stellten nicht nur fest, dass sowohl diffuses Tageslicht wie direkter. Sonnenschein allerlei Bakterien, sowohl Sporen wie vegetative Formen, hemmen oder, bei länger dauernder Einwirkung oder grösserer Intensität, töten kann. Sie wiesen auch nach, dass diese Wirkung hauptsächlich den am meisten brechbaren Strahlen zukommt und sie legten durch Kontrollversuche dar, dass es dabei nicht auf die Wärme der Sonne, sondern auf deren Licht ankommt, und dass die Wirkung stattfindet, sowohl wenn die Bakterien feucht, wie wenn sie eingetrocknet sind, obwohl das die Bakterien umgebende Medium von Einfluss ist auf die Zeit, die zur Lichtwirkung nötig ist. Sie wiesen ferner nach, dass die Gegenwart von Sauerstoff notwendig ist, ja sogar, dass die Lichtwirkung bis zu einem gewissen Grade proportional mit der Sauerstoffspannung ist. Sie sahen die Möglichkeit ein, dass die Lichtwirkung in einer Modifikation des Nährsubstrats bestehen könnte, aber sie stellten fest, dass solches jedenfalls in ihren Versuchen nicht der Fall war. Selbst an die Möglichkeit, dass das Licht auf die Stoffwechselprodukte der Mikroben einwirken könnte, haben sie gedacht, indem sie gefunden haben, dass ein zellenfreies Hefe-Infus durch das Licht seine Fähigkeit, Rohrzucker in Traubenzucker umzubilden, verliert, und dass auch diese Lichtwirkung an die Gegenwart von freiem Sauerstoff geknüpft ist.

Alle diese Resultate sind durch die späteren Untersuchungen immer mehr bestätigt worden. Neues von prinzipieller Bedeutung ist später nur spärlich erschienen. So hat MARSHALL WARD die grosse Bedeutung der ultravioletten Strahlen nachgewiesen. ROUX hat nachgewiesen, dass Bouillon, nach hinreichend langer Beleuchtung, ein weniger günstiger Boden für die Keimung von Milzbrandsporen werden kann. Doch haben

spätere Untersuchungen erwiesen, dass diese Wirkung, obwohl nicht ohne theoretisches Interesse, doch praktisch betrachtet von untergeordneter Bedeutung ist im Vergleich mit der direkt tötenden Wirkung auf die Bakterien selbst, indem sie erst bei sehr langer und intensiver Beleuchtung deutlich eintritt. Mit vollständiger Sicherheit kann man sich aber noch nicht über diesen Punkt aussprechen, weil wirklich quantitative Bestimmungen noch fehlen. — Ebenso unsicher ist es bisher, ob RICHARDSON und DIEUDONNÉ mit Recht annehmen, dass die Wirkung des Lichtes auf die Bildung von Wasserstoffsuperoxyd beruht. — Auch ARLOINGs Versuch, Vaccine mittelst durch Licht geschwächter Bakterien darzustellen, muss man wohl als etwas Neues, das nach DOWNES und BLUNT entstand, nennen.

Selbstverständlich haben die späteren Untersucher insofern die Versuchsanordnung verbessert, als sie mit Reinkulturen gearbeitet haben, während DOWNES und BLUNT mit zufälligen Mischungen von Bakterien faulender Flüssigkeiten, der Luft u. s w. arbeiteten. So wichtig nun auch dieser Fortschritt ist, darf man auf der anderen Seite nicht vergessen, dass dies einfach eine Folge der Entwickelung der Bakteriologie war, indem die erste Arbeit von DOWNES und BLUNT 1877 erschien (die erste hierher gehörige Arbeit mit einer Reinkultur im Jahre 1885). Auch darf man die Bedeutung dieses Fortschrittes nicht überschätzen; denn dass das Licht die Bakterien einer Reinkultur töten konnte, war wohl mit ziemlicher Sicherheit vorauszusagen, wenn es schon vorher festgestellt war, dass es alle möglichen zufälligen Bakterienmischungen, gerade so wie sie in der Natur vorkommen, abtöten konnte. Das, was man prinzipialiter zuerst und vor allen Dingen durch die Verwendung von Reinkulturen hatte erreichen sollen, nämlich eine genaue Feststellung derjenigen Verhältnisse, unter welchen jede einzelne Bakteriengattung getötet wird, so dass man da-

durch neue biologische Aufschlüsse über die Bakterien bekam, ist, wie ich im folgenden darlegen werde, bisher nur in äusserst bescheidenem Umfange geschehen, hauptsächlich weil man nicht genügend Rücksicht auf die physischen Verhältnisse genommen hat.

Man bekommt nämlich den Eindruck, dass die meisten Arbeiten auf diesem Gebiet von mehr oder weniger guten Bakteriologen, aber von schlechten Physikern ausgeführt sind. Es sind einige wenige, aber umsomehr verhängnisvolle Fehler, die wieder und wieder bei den verschiedenen Verfassern erscheinen. Erstens erfährt man nur äusserst selten eine genaue Angabe der verwendeten Lichtstärke, obschon man glauben sollte, dass dies Moment bei Untersuchungen über die Wirkung des Lichtes dieselbe Rolle spielen müsse, wie die Temperaturmessung der Wärmelehre. Wo es darauf ankommt, die Wirkung des Sonnen- oder Tageslichtes zu untersuchen, ist nichts dagegen einzuwenden; denn es ist selbstverständlich immerhin von Bedeutung, zu wissen, dass „die Sonne" in so und soviel Stunden diese oder jene Bakterie abtötet, selbst wenn man uns nicht mitteilt, wie stark diese Sonne war; aber unverzeihlich finde ich es, wenn z. B. DIEUDONNÉ — um einen unter vielen zu nennen — angiebt, dass ein elektrisches Bogenlicht à 900 Kerzen Bakterien in einer gewissen Zeit abtöten kann, aber nicht mitteilt, in welchem Abstande vom Lichte dieses stattfindet, oder wenn er vom verwendeten Glühlicht weder die Stärke noch den Abstand mitteilt. — Womöglich noch schlimmer steht es mit allen denjenigen Verfassern, die die Wirkung der einzelnen Farben untersuchen. Alle (z. B. ARLOING, d'ARSONVAL & CHARRIN, BECK & SCHULTZ, BILLINGS & PEEKHAM, BOCK, DIEUDONNÉ, DOWNES & BLUNT, SERRANO FATIGATI, GAILLARD, GEISSLER, JANOWSKY, KOTLJAR, KRUSE, LAURENT, LEDOUX-LEBARD, LÜBBERT, SANTORINI, WARD), die Lichtfilter verwenden, unterlassen die Angabe über die Abschwächung des Lichtes in den einzelnen Spektralgebieten. Die gewissenhaftesten Forscher bestimmen spektroskopisch, welche Arten von Strahlen die Filter passieren; aber wieviel durch dieselben hindurchgeht, bleibt unbekannt — und trotzdem stellen sie Vergleiche an zwischen den verschiedenen Spektralregionen. Solche Untersuchungen haben den gleichen Wert, als wenn jemand untersuchen wollte, ob Kohle oder Holz am besten wärmt, ohne zu wissen, wieviel zur Heizung verwendet wird.

Man hat auch nicht bestimmt, ein wie grosser Prozentsatz des Lichtes zu den Bakterien hineindringt. Es giebt nur äusserst wenige Versuche, wo man selbst beim besten Willen bloss schätzungsweise beurteilen kann, eine wie grosse Lichtmenge in das Innere der Kultur, also zu dem Ort, wo die Bakterien sich befanden, drang. Mit wenigen Ausnahmen haben die Verfasser ihre Kulturen in Glasgefässe geschlossen. Hätte man nun wenigstens planparallele Glasplatten verwendet, so könnte man in einigen Fällen einigermaassen die eingedrungene Lichtmenge berechnen, falls man den Einfallswinkel, die Reflexion, und die Absorption sowohl im Glase, wie im Nährmedium mit in Rechnung zog. Aber in der Wirklichkeit haben die meisten Forscher „Reagensröhren", „Kolben" und ähnliche, optisch schwer zu definierbare Gefässe verwendet, und wir stehen deshalb nur unbekannten Grössen gegenüber. Selbstverständlich ist es an sich von grossem Interesse, zu wissen, ob z. B. das Sonnenlicht auf Bakterien, die in Glasgefässen eingeschlossen sind, zu wirken vermag — aber mehr in praktischer als in biologischer Beziehung, indem man sich klar machen muss, dass man bei Verwendung von Glas unter anderm einen sehr grossen Teil der ultravioletten Strahlen ausschliesst.

Von welcher Bedeutung dieses, jedenfalls in optisch-physikalischer Hinsicht, ist, geht aus folgenden Versuchen hervor, die ich mit dem später beschriebenen LARSENschen Aktino-

meter angestellt habe. Lässt man elektrische Funken von einem Ruhmkorff zwischen zwei Metallpolen hinüberspringen, und entfernt man danach dieselben so weit voneinander, dass die Funken nicht mehr hinüberspringen, so kann man beim Einfallen der Strahlen einer elektrischen Bogenlampe auf den negativen Pol bewirken, dass die Funken wieder, trotz des vergrösserten Zwischenraumes, hinüberspringen. Wurde ein solcher Apparat bei 30 cm Abstand von einem Lichtbogen von 35 Ampère und 50 Volt, in den nach abwärts in einem Winkel von 45° mit der Achse der Kohlen ausgehenden Strahlen, gehalten, so konnten die Funken, bei einer gewissen Spannung, gerade überspringen, falls die Metallpole $2._{55}$ mm voneinander entfernt waren. Bei $2._{56}$ mm sprangen sie nicht mehr über. Wurde nun zwischen das Bogenlicht und die Funkenbahn eine 10 mm dicke Quarzplatte hineingeschoben, so änderte sich dieses Verhältnis nicht merkbar. Wurde dagegen ein undurchsichtiger Körper (z. B. Pappe) zwischengeschoben, so fand die Funkenbildung erst statt, wenn die Pole in einem Abstande von $0._{43}$ mm genähert wurden und hörte wieder auf bei $0._{44}$ mm. Wurde statt der Pappe eine Glasplatte von $0._{07}$ mm Dicke (d. i. etwa halb so dick wie ein gewöhnliches Deckglas) verwendet, war wieder eine Annäherung der Pole bis zu $0._{43}$ mm notwendig, um Funkenbildung zu erhalten, und diese letztere hörte wieder bei $0._{44}$ mm auf. Mit anderen Worten: während 10 mm Quarz nicht eine auf diese Weise messbare Menge von den betreffenden aktinischen Strahlen zurückhält, lässt $0._{07}$ mm Glas keine messbare Menge derselben passieren. — Dass eben diese Art von Strahlen, die durch Quarz geht, aber von Glas absorbiert wird, stark bakterientötend wirken, hat MARSHALL WARD durch direkte Versuche nachgewiesen, nämlich durch Spektra, welche teils durch Glasprismen, teils durch Quarzprismen erzeugt wurden.

Wenn man Glasbehälter für seine Kulturen verwendet,

muss man also klar darüber sein, dass man dadurch einen gewissen Teil der Strahlen ausschliesst. Charakteristisch in diesem Zusammenhang ist es mir, dass BUCHNER, in seiner Arbeit über die Selbstreinigung der Flüsse durch das Licht, die Bakterien in viel kürzerer Zeit als die früheren Forscher abzutöten erreichte, z. B. schon in einer Stunde, indem er das keimhaltige Wasser in offenen Behältern der Sonne aussetzte; ob er sich klar gemacht hat, welche Rolle das Glas bei den anderen Versuchen gespielt hat, geht aus seiner Arbeit nicht hervor.

Eine noch viel grössere Rolle als die Absorption des Glases spielt bei gewissen Versuchsanordnungen die Refraktion. Wenn eine Menge Forscher (z. B. ARLOING, JANOWSKI, KRUSE, LEDOUX-LEBARD, RASPE, TIZZANI & CANTANI, TYNDALL, MARSHALL WARD) eine Nährflüssigkeit in Reagensröhren oder ähnlichen Glasgefässen verwendet haben, wird die Refraktion von einschneidender Bedeutung. Die konvexe Fläche des Glases bricht bekanntlich die Strahlen, so dass sie gegen die Mitte der Flüssigkeit konvergieren, während die seitwärts liegenden Partieen der Flüssigkeit im Dunklen zu liegen kommen; wie vollständig diese Dunkelheit sein kann, lehrt der folgende Versuch: Man halte eine mit Wasser gefüllte Reagensröhre dicht vor einem Stück photographischem Chlorsilberpapier und lasse die Sonne oder Bogenlicht das Glas bescheinen. Nach wenigen Augenblicken wird das Papier geschwärzt teils um das Glas herum, teils längs einer ganz schmalen Brennlinie hinter der Mitte des Glases; zu beiden Seiten dieser Linie sieht man einen breiten Streifen, an welchem das Silberpapier vollständig weiss geblieben ist; hier hat also keine Lichtwirkung stattgefunden. An den entsprechenden Stellen im Innern der Flüssigkeit ist also auch kein Licht von Bedeutung hingedrungen. — Man muss nur staunen, dass es überhaupt gelingt, alle die im Glase befindlichen Bakterien

auf diese Weise zu töten. Offenbar ist es nur dadurch möglich, dass die Flüssigkeit in Zirkulation gerät, so dass jeder einzelne Teil successiv in das beleuchtete Gebiet hineinkommt; aber dass die Zeit, die notwendig ist, um die Flüssigkeit zu sterilisieren, dadurch viel länger wird, als wenn alle Teile auf einmal beleuchtet würden, ist wohl unbestreitbar. Darum sehen wir auch, dass die Zeitangaben der Verfasser durchschnittlich viel höher sind als die meinigen, soweit es überhaupt möglich ist, die Zeiten zu vergleichen (siehe das Versuchsprotokoll, Abt. II). Selbstverständlich ist es richtig, ja sogar notwendig, solche Versuche zu machen, weil sie gewissen natürlich vorkommenden oder praktisch wichtigen Verhältnissen nahe kommen; aber man muss sich dann immer bewusst bleiben, dass diese Untersuchung nicht die Schnelligkeit, womit eine Bakterie vom Lichte getötet wird, sondern die Schnelligkeit, womit eine gegebene Flüssigkeitsmenge unter den gegebenen Verhältnissen sterilisiert werden kann, betrifft. Dass man sich hierüber unklar war, bewirkte, dass bisher ein hoffnungsloser Widerstreit über die Zeitangaben der einzelnen Forscher vorhanden war und dass einige Forscher, wie LÜBBERT, BECK & SCHULTZ, RASPE, UFFELMANN, sogar ganz oder teilweise negative Resultate erhielten.

Etwas besser kann sich die Versuchsanordnung stellen, wenn man ein festes Nährmedium, in Glasgefässen eingeschlossen, verwendet; doch auch hier spielt die unregelmässige Refraktion im ungeschliffenen Glase eine Rolle, sobald man versucht, Grenzwerthe zu bestimmen, indem hierdurch das Licht ungleichmässig über die Oberfläche der Kultur verteilt wird; ausserdem werden der Agar oder die Gelatine und die diesen beigemischten Stoffe selbst das Licht absorbieren, namentlich dessen kurzwelligen Teil, und das Resultat wird somit, ausser anderen unberechenbaren Faktoren, davon abhängig sein, wie tief im Nährmedium die Bakterien eingebettet sind,

bez. von der Dicke der Agar- oder Gelatinschicht. Dies gilt auch von der sonst sehr brauchbaren BUCHNERschen Methode, die eine Plattenkultur von der unteren Seite (d. i. von der Seite, die in Berührung mit dem Glase ist) derart beleuchten will, dass nur gewisse Teile der Kultur beleuchtet werden, während unmittelbar daranstossende Teile gegen das Licht geschützt bleiben, vermittelst auf das Glas geschriebener undurchsichtiger Buchstaben oder in ähnlicher Weise. Wenn unter diesen Umständen eine belichtete Partie sich nach einer gewissen Beleuchtungszeit steril zeigt, darf man, streng genommen, hieraus nur schliessen, dass durch die betreffende Beleuchtung sogar diejenigen Bakterien, die am meisten durch die Agarschicht geschützt waren, getötet werden. Wann die Wirkung anfing auf die Bakterien, die auf der gegen das Licht zugekehrten Seite der Agarschicht sich befanden, bleibt unbekannt. Diese Methode kann da Anwendung finden, wo es darauf ankommt, die Eigenschaften verschiedener Lichtquellen zu vergleichen, aber in biologischen Fragen, wo es vor allen Dingen darauf ankommt, die minimale Tötungszeit einer gewissen Bakterie zu finden, ist sie weniger geeignet. Bei früheren Untersuchungen in FINSENs Lichtinstitut glaubte man die BUCHNERsche Methode dadurch zu verschärfen, dass man den Zeitpunkt bestimmte, wo die erste sichtbare „Abschwächung" der Bakterien deutlich wurde, aber man hat sich hier mit einem unklaren Begriffe begnügt. Durch die erste sichtbare Abschwächung verstand man, dass der belichtete Fleck, nach dem Auswachsen aller überlebenden Bakterien etwas weniger trübe aussieht, als die nicht belichteten Teile des Nährmediums. Aber dies wird dann stattfinden, wenn die Lichtstärke (bez. die Belichtungszeit) gerade so gross war, dass die Bakterien in dem der Lichtquelle zunächstliegenden Teile des Nährmediums abgetötet sind, während das Licht in den tieferen Schichten des Nährmediums so abge-

schwächt durch Absorption war, dass sie hier nicht zum Tode kamen. Was man also nachwies, ist keine Abschwächung der Bakterien: man hat nur einige getötet und hat andere leben lassen, wodurch die Zahl der auswachsenden Kolonien kleiner wurde; man hat, mit anderen Worten, keine Schwächung, sondern eine „Verdünnung" nachgewiesen. Ob ausserdem eine wirkliche Abschwächung der einzelnen Bakterienindividuen stattgefunden hat, ist auf diese Weise schwer festzustellen; ein Beweis dafür ist jedenfalls bis jetzt nicht geliefert. Und der Schluss, den man aus dem Versuche ziehen kann, ist nur folgender: Das betreffende Licht war eben gerade kräftig genug, um, ohne seine bakterientötenden Eigenschaften zu verlieren, in ein Nährmedium von der betreffenden Farbe und Durchsichtigkeit, mit Bakterien in der betreffenden Dichtigkeit besät, eine „sichtbare" Strecke einzudringen — alles Faktoren, die mitbestimmend für das Resultat sind, aber schwer konstant zu halten oder in Zahlen auszudrücken sind.

Wenn im ganzen so wenig Rücksicht auf so einschneidende Fehlerquellen, wie alle die oben genannten, genommen worden ist, darf man sich nicht wundern, dass die Resultate der verschiedenen Forscher soviel voneinander abweichen; und so ist es kaum einmal möglich, sie untereinander zu vergleichen, ja es fällt manchmal schwer, zu verstehen, wie der einzelne Forscher konstante Resultate innerhalb seiner eigenen Versuchsreihe erhalten konnte, namentlich wenn dazu noch diejenigen Abweichungen hinzukommen, die ich im folgenden experimentell nachweisen werde. Soll die Lehre vom Verhältnis der Bakterien zum Lichte den Platz in der biologischen Wissenschaft einnehmen, der ihr gewiss nach der Rolle, die dies Verhältnis in der Haushaltung der Natur spielt, zukommt, so muss man ein viel grösseres Gewicht als bisher auf das quantitative Arbeiten legen. Dass die ersten Untersuchungen auf einem ganz neuen Felde im grossen und ganzen

hauptsächlich qualitativ werden, verwundert nicht und derartige Untersuchungen sind als bahnbrechend und anregend von grosser Bedeutung. Aber man erreicht nach und nach in dieser Wissenschaft, wie in jeder anderen, einen Punkt, wo es notwendig wird, „zu wägen und messen". Und die Messung muss hier eine doppelte werden; teils können gewisse Lichtwirkungen mittelst Mikroben gemessen werden, teils können gewisse Eigenschaften der Mikroben mittelst des Lichtes ausgemessen werden. Beide Arten von Messungen müssen ausgeführt werden, aber in erster Linie scheint es mir am natürlichsten, vom Lichte, als den am besten bekannten dieser Faktoren, auszugehen. Das Licht muss das genau abgewogene Reagens sein, womit wir neue Seiten der Lebensführung der Bakterien auszumessen suchen; dieses wird aber erst möglich, wenn wir genaue Rücksicht auf die physikalischen Verhältnisse nehmen. Eine verbesserte Untersuchungsmethode ist die Conditio sine qua non.

Die von mir angewandte Methode.

Um eine möglichst genaue Dosierung des Lichtes zu erreichen, habe ich versucht, eine Versuchsanordnung zu schaffen, wodurch der Lichtstrahl auf seinem Wege von der Lichtquelle bis zum Bakterienkörper so geringen und so kleinen Hindernissen wie möglich begegnet, und wo die Hindernisse, die nicht zu umgehen sind, sich taxieren und ausmessen lassen.

Eine einigermaassen zufriedenstellende Lösung dieser Aufgabe glaube ich in der Anwendung des unten beschriebenen Apparates gefunden zu haben, indem dieser so wenige und so einfache reflektierende Flächen wie möglich, so kleine Absorption und Refraktion wie möglich, konstante Temperatur, und die Möglichkeit, die Licht-

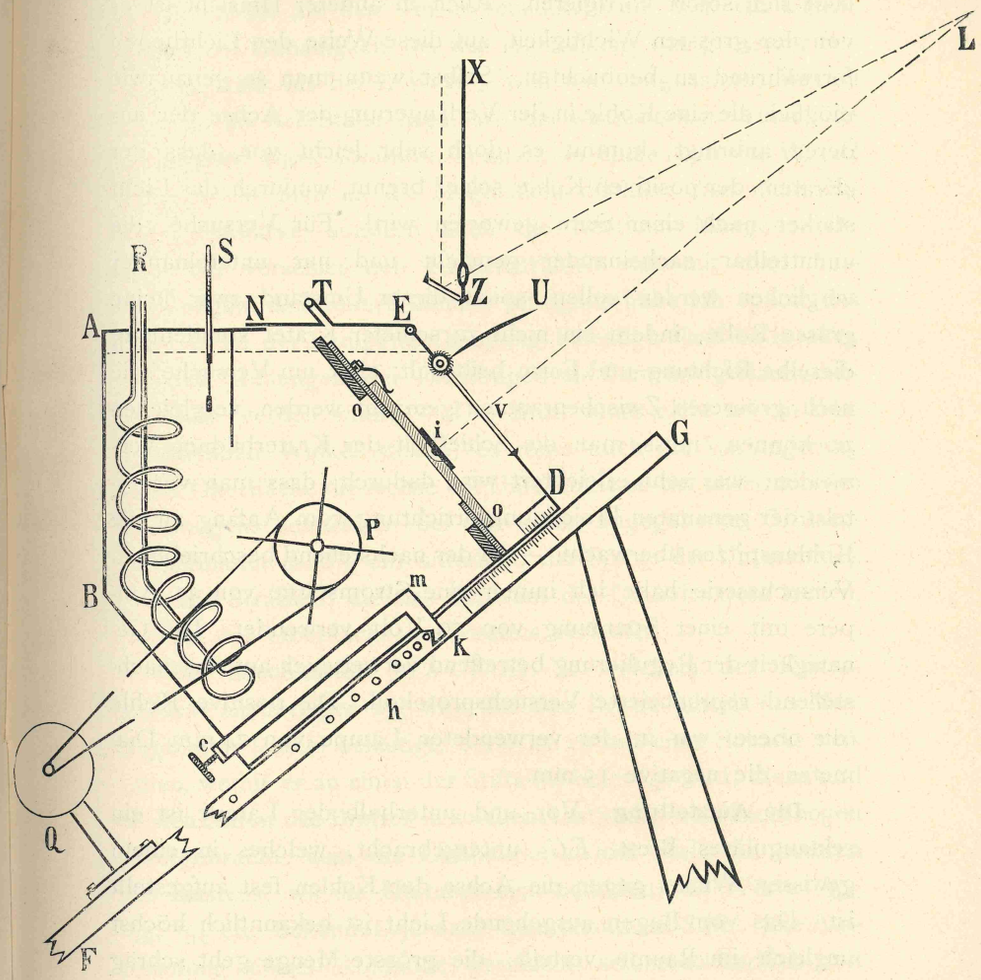
stärke in berechenbarer Weise variieren zu können, hat.

Ich werde hier die Einrichtung und Aufstellung des Apparates beschreiben, bei der Anwendung von elektrischem Lichte; mit entsprechenden Veränderungen der Aufstellung ist er auch für Sonnenlicht verwendbar.

Bevor ich die Einzelheiten bespreche, will ich zur Orientierung bemerken, dass das verwendete Prinzip darin besteht, die Bakterienkultur in möglichst dünner Schicht, z. B. als hängender Tropfen, auf einer dünnen Quarzplatte auszubreiten; diese Quarzplatte wird als Decke einer „feuchten Kammer" angebracht; diese Kammer (im folgenden als „Kulturapparat" bezeichnet) wird in einem mit Wasser gefüllten Kasten untergebracht; dieses Wasser wird durch ein Rad in fortwährender Strömung und bei konstanter Temperatur gehalten. Das Licht wird durch ein Quarzfenster in der Seite des Kastens hineingelassen.

Die Lichtquelle. Die elektrische Bogenlampe (siehe *L* auf der Figur) ist nach der im FINSENschen Lichtinstitut üblichen Art aufgehängt, so dass sie mittelst Schrauben auf- und abwärts, sowie nach allen Seiten verschoben und in beliebiger Stellung fixiert werden kann. Die Kohlendicke ist empirisch so gewählt, dass der Lichtbogen soweit als möglich immer denselben Platz im Raume behält; da dieses doch nur schwierig mit absoluter Genauigkeit zu erreichen ist, indem gewöhnlich nach längerer Zeit die eine Kohle etwas kürzer als die andere wird, wodurch der Bogen etwas verschoben wird, habe ich immer die Versuche mit frisch eingesetzten Kohlen von bestimmter Länge unternommen. In dem Zeitraum einer gewöhnlichen Versuchsreihe, 1 bis 2 Stunden, ändert der Bogen dann nicht merkbar seinen Platz; bei länger dauernden Versuchen kann es aber notwendig werden, die Lampe ein wenig zu senken oder zu heben. Um die Stellung des Lichtbogens

genau zu kontrollieren, habe ich auf dem die Lampe umgebenden Schirm (*X*) einen kleinen Projektionsapparat (*Z*) angebracht;



Photokteinometer.

dieser besteht aus einer bikonvexen Linse und einem Planspiegel, wodurch ein vergrössertes Bild der Kohlenspitzen und des Lichtbogens auf einen auf der Wand des Laboratoriums

gezeichneten Maassstab geworfen wird. Jede Stellungsänderung des Lichtbogens giebt sich auf diese Weise gleich kund und lässt sich sofort korrigieren. Auch in anderer Hinsicht ist es von der grössten Wichtigkeit, auf diese Weise den Lichtbogen fortwährend zu beobachten. Selbst wenn man so genau wie möglich die eine Kohle in der Verlängerung der Achse der anderen anbringt, kommt es doch sehr leicht vor, dass der „Krater" der positiven Kohle schief brennt, wodurch das Licht stärker nach einer Seite geworfen wird. Für Versuche, die unmittelbar nacheinander gemacht und nur untereinander verglichen werden sollen, spielt dieser Umstand zwar keine grosse Rolle, indem ein nicht zu schiefer Krater stundenlang dieselbe Richtung und Form beibehält; aber um Versuche, die nach grösseren Zwischenräumen gemacht werden, vergleichen zu können, muss man die Schiefheit der Kraterbildung vermeiden, was sehr erleichtert wird dadurch, dass man vermittelst der genannten Projektionsvorrichtung vom Anfang an die Kohlenspitzen überwacht. — In der nachstehend beschriebenen Versuchsserie habe ich immer eine Stromstärke von 35 Ampère mit einer Spannung von 50 Volt verwendet. Die Genauigkeit der Regulierung betreffend verweise ich auf das nachstehend reproduzierte Versuchsprotokoll. Die positive Kohle (die obere) war in der verwendeten Lampe von 24 mm Diameter, die negative 15 mm.

Die Aufstellung. Vor und unterhalb der Lampe ist ein rektanguläres Brett (*F G*) untergebracht, welches in einem gewissen Winkel gegen die Achse der Kohlen fest aufgestellt ist. Das vom Bogen ausgehende Licht ist bekanntlich höchst ungleich im Raume verteilt; die grösste Menge geht schräg abwärts in einem Gürtel zwischen 45° und 55° mit der Achse der Kohlen; oberhalb und unterhalb dieses Gürtels fällt die Lichtintensität sehr schnell. Welchen Winkel man wählt, ist an sich ziemlich gleichgültig für vergleichende Versuche; nur

muss man immer genau denselben wählen. Ich habe vorläufig, aus äusseren Gründen, 45° gewählt, empfehle aber diesen Winkel nicht als den am zweckmässigsten, weil ein kleiner Mangel an Genauigkeit bei der Aufstellung von grösserer Bedeutung wird, als bei z. B. 50°, weil der erstgenannte Winkel zu nahe an der Stelle liegt, wo bei wachsendem Winkel die Lichtstärke stark abnimmt. Falls man einen anderen Winkel wählt, muss man an die Möglichkeit denken, dass nicht nur die Lichtstärke, sondern auch die relativen Mengeverhältnisse der verschiedenen Farbenstrahlen sich mit dem Ausstrahlungswinkel ändern können (übrigens habe ich später das Brett so an der Lampenaufhängung befestigt, dass es in allen radiären Stellungen, der Lichtbogen als Centrum gedacht, angebracht werden kann). — Das Brett muss nicht nur in dem betreffenden Winkel stehen, es muss auch die Verlängerung seiner Oberfläche die Achse der Unterkohle so tief unterhalb des Lichtbogens schneiden (bei den unten angegebenen Grössenverhältnissen ca. $6^1/_2$ cm unterhalb der Spitze der Unterkohle), dass die Strahlen, die das Centrum des Quarzfensters treffen, parallel der Oberfläche des Brettes verlaufen.

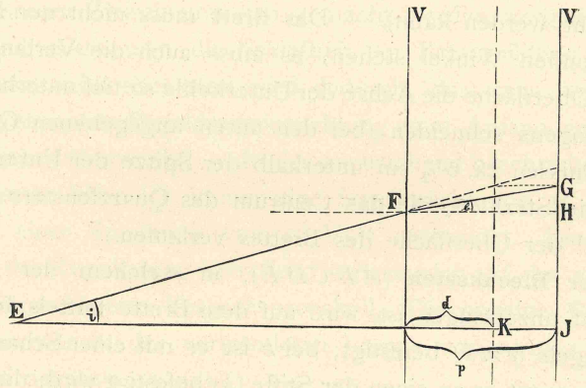
Der Blechkasten (*A B C D E*), in welchem der Kulturapparat anzubringen ist, wird auf dem Brette mittels des Messingbügels (*c m k*) befestigt; bei *k* ist er mit einer Scharte versehen, womit er an einen der Stifte (*h*) befestigt wird; diese sind an den Seiten des Brettes in solchen Abständen vom Lichtbogen untergebracht, dass die Lichtstärke an der Stelle im Inneren des Kastens, wo die Kulturen sich befinden, die Werte $^{10}/_{10}$, $^{9}/_{10}$, $^{8}/_{10}$ etc. bekommt, je nach dem benutzten Stift. Die Ausrechnung dieser Abstände geschieht selbstverständlich mit Benutzung des Gesetzes vom Abnehmen der Lichtstärke umgekehrt proportional mit dem Quadrat des Abstandes. Setzen wir als Einheit diejenige Belichtung *L*, die sich in einem willkürlichen Abstande *a* von der Lichtquelle findet, so hat man

denjenigen Abstand, A, wo die Beleuchtung von der gewünschten Grösse l ist, in der Formel:

$$A = a\sqrt{\frac{L}{l}}.$$

Nimmt man z. B., wie ich es unten that, die Beleuchtung in 280 mm Abstand als Einheit, so hat man

Beleuchtung	$1._0$	in 280 mm	Abstand	
-	$0._9$	- 295	-	-
-	$0._8$	- 313	-	-
-	$0._7$	- 335	-	-
-	$0._6$	- 361	-	-
-	$0._5$	- 396	-	-



Doch muss ausserdem in Betracht gezogen werden, dass die Strahlen dadurch, dass sie in der vor der Kultur befindlichen Wasserschicht gebrochen werden, etwas näher aneinander kommen, wodurch die Beleuchtung etwas stärker, als dem Abstande entsprechend, wird. Stellt VV die Grenzen der Wasserschicht dar, p deren Dicke, E die Lichtquelle, wird der Strahl EF im Wasser die Richtung FG annehmen; das Licht, welches den Winkel i ausfüllt, wird sich also auf den Flächenraum $G\mathcal{J}$ sammeln, welchen Raum es ohne Wasserschicht schon im

Abstande EK eingenommen hätte. Ist i der Einfallswinkel, b der Brechungswinkel, n das Brechungsverhältnis der Flüssigkeit, so hat man

$$p \cdot \operatorname{tg} b = GH = d \cdot \operatorname{tg} i$$

$$\frac{p}{d} = \frac{\operatorname{tg} i}{\operatorname{tg} b},$$

wenn der Einfallswinkel klein ist (siehe unten) hat man

$$\frac{\operatorname{tg} i}{\operatorname{tg} b} = \frac{\sin i}{\sin b} = n.$$

Um eine Lichtmenge zu bekommen, die dem Abstand A ohne Wasserschicht entspricht, muss man mit Wasserschicht den Abstand

$$A + p \div d = A + p\left(1 \div \frac{1}{n}\right)$$

nehmen. Rechnet man das Brechungsverhältnis des Wassers $= {}^3/_4$, so muss der Abstand also gleich

$$A + \frac{P}{4}$$

sein.

Die feinere Einstellung des Kastens geschieht mittelst zwei Schrauben (bei C), teils so, dass der Abstand zwischen der Lichtquelle und der Kultur die gewünschte wird, teils so, dass die Vorderfläche des Kastens (ED) genau senkrecht auf die Richtung der verwendeten Lichtstrahlen (Li) kommt; den Erfolg sieht man vermittelst besonderer Zeichen auf den Seiten des Brettes und auf dem Kasten (bei D), welche Zeichen ursprünglich in der Weise markiert sind, dass man ein kleines Stück Spiegelglas inmitten der Vorderfläche des Kastens befestigte und es danach so einrichtete, dass das Spiegelbild des Lichtbogens in diesen selbst zurückgeworfen wird, was ja nur dann stattfindet, wenn $Li \perp ED$.

Die Vorderfläche des Kastens trägt ein kreisrundes Fenster (v) aus einer $1._8$ mm dicken, planparallelgeschliffenen Quarz-

platte bestehend; diese Platte ist senkrecht auf der optischen Achse des Krystalls ausgeschnitten. Der Diameter des Fensters ist 43 mm und dessen Zentrum befindet sich 5 cm oberhalb des Bodens des Kastens. Mit der oben besprochenen Aufstellung wird also eine gerade Linie vom Lichtbogen durch das Zentrum des Fensters parallel mit der Oberfläche des Brettes verlaufen. Dies ist sehr wichtig, wenn man die Wirkungen verschiedener Lichtstärken durch Verschieben des Kastens längs dem Brette vergleichen will; denn im entgegengesetzten Falle würde man, z. B. wenn man den Kasten weiter nach unten auf das Brett gestellt hätte, nicht nur seinen Abstand vom Lichte verändert haben, sondern er würde sogleich Strahlen in einem anderen Winkel gegen die Achse der Kohlen ausgegangen erhalten, wodurch ganz neue Momente eingeführt worden wären (vgl. S. 14—15). — Da das Bogenlicht ja nicht von einem Punkte, sondern vom Krater der Oberkohle, vom Lichtbogen und von der Spitze der Unterkohle ausgeht, muss man genauer definieren, was unter dem „Abstande des Lichtes" zu verstehen ist, und namentlich ist dies von Bedeutung, wenn der Abstand nicht gross ist. Es ist sehr schwierig, bei dem Stande unseres jetzigen Wissens, zu sagen, welcher Messpunkt der beste ist; die nachstehend wiedergegebenen ersten Versuche (Reihe 1—36) sind alle im selben Abstand ausgeführt; ich habe deshalb ohne Bedenken den in praktischer Beziehung bequemsten Messpunkt benützen können, nämlich den der Kultur nächsten Punkt des schmalen weissen Ringes, der sich auf der positiven Kohle ein paar Millimeter oberhalb des Randes des Kraters bildet; er entspricht auch ziemlich gut dem nächsten Teile vom stärksten Lichte, indem dieser Ring sich auf der Grenze zwischen dem weiss- und dem rotglühenden Teil der Kohle bildet. Ob ich auch in der Zukunft diesen Messpunkt beibehalten werde, wird davon abhängen, ob man herausfinden wird, von welchen Punkten der Kohlen oder des

Bogens die grösste Menge von bakterientötenden Strahlen ausgeht. Solange man immer denselben Abstand innehält, ist es nur von Bedeutung, dass man bei allen Versuchen von demselben Punkte aus misst. Dieser Abstand wird vor jeder Versuchsreihe kontrolliert, und ich verwende in dieser Hinsicht eine Blechplatte, worauf jeder einzelne der bestimmenden Punkte ein für allemal bezeichnet ist. Wenn man frische Kohlen verwendet, muss die Lampe erst etwa eine Viertelstunde brennen, damit der besprochene Ring sich bildet.

Der ganze Blechkasten wird mit der Flüssigkeit gefüllt, durch welche man das Licht zu filtrieren beabsichtigt, gewöhnlich mit frisch ausgekochtem destilliertem Wasser. Um die Temperatur desselben konstant zu erhalten, wird durch die spiralig gewundenen Bleiröhren (*R*) warmes oder kaltes Wasser geleitet; das Wasser verlässt den Kasten wieder durch das andere Ende der Röhre, ohne in direkte Berührung mit der Flüssigkeit des Kastens gekommen zu sein. — Mitten im Kasten ist auf durchgehender Welle ein Schaufelrad (*P*) angebracht, welches in lebhafter Rotation durch einen kleinen Elektromotor (*Q*) erhalten wird. Damit das Wasser hierdurch so vollkommen wie möglich umgerührt werden kann, sind die Schaufeln schief auf der Achse befestigt, so dass man ausser der rotierenden Bewegung des Wassers einen kräftigen Strom in darauf senkrechter Richtung bekommt. Die Geschwindigkeit des Motors wird durch einschaltbare Glühlampen reguliert. — Die Temperatur des Wassers wird auf dem Thermometer *S* abgelesen; der Behälter desselben ist durch einen kleinen Schirm gegen direkte Strahlen geschützt. Bei *T* findet sich eine Öffnung für ein Thermometer mit geschwärztem Behälter, der dem Lichte direkt ausgesetzt unmittelbar neben der Kultur anzubringen ist. — Die ganze innere Seite des Kastens, sowie die Bleiröhren sind mattschwarz, um die Kultur gegen reflektiertes Licht zu schützen.

In bestimmtem Abstande hinter dem Quarzfenster befindet sich (bei *o o*) eine Metallkulisse, in welche ein Messingrahmen, der mittelst Federn den Kulturapparat trägt, eingeschoben werden kann. Bei den nachfolgenden Versuchen habe ich als Kulturapparat „feuchte Kammer" mit hängendem Tropfen angewandt; die Deckplatte ist aus planparallel geschliffenem Quarz, senkrecht auf der optischen Achse ausgeschnitten. Die Dicke dieses Deckquarzes ist 0.9 mm; nachdem der Kulturtropfen an seiner Unterfläche angebracht ist, wird der Deckquarz am Objektglas festgeklebt; dieses hat eine kugelsegmentförmige Ausschleifung, 1 mm tief, 14 mm im Diameter, in welche die gewölbte Fläche des Kulturtropfens also frei hineinragt. Der Abstand zwischen der Vorderfläche des Deckquarzes und der Hinterfläche des Quarzfensters, oder mit anderen Worten: die Dicke der lichtfiltrierenden Flüssigkeitsschicht, kann nach Belieben verändert werden; bei den nachstehend beschriebenen Versuchen habe ich immer einen Abstand von 25 mm verwendet. (In späteren Ausführungen des Apparates verändere ich die Dicke der Wasserschicht dadurch, dass das Quarzfenster in einer mittelst Gewinde verstellbaren Röhre befestigt ist.)

Auf der Figur sieht man bei *u* einen kleinen Deckel, der, mittelst eines kleinen Stiels bewegt, das Quarzfenster dem Lichte aussetzen und wieder zudecken kann. — *NE* ist der Deckel des Kastens; er ist so angebracht, dass er, wenn er offen steht, gegen das Licht schirmt, so dass man die Kulturapparate herausnehmen und hineinsetzen kann, ohne dass sie Licht bekommen; selbstverständlich müssen sie auch auf dem Transport von und zu dem Kasten vor Licht geschützt werden.

Die Vorteile dieses Apparates.

1. Die optischen Verhältnisse sind einfach. Wenn die Lampe, wie besprochen, auf konstanter Stromstärke und Spannung, mit derselben Art von Kohlen ohne Verschiebung des Lichtbogens oder der Richtung des Kraters gehalten wird, hängt die Stärke des Lichtes, das die Vorderfläche des Quarzfensters trifft, von dem Abstande, dem Ausstrahlungs- und dem Einfallswinkel ab; diese drei Grössen sind alle genau bekannt. Die brechenden Flächen stehen annähernd (vgl. unten) senkrecht auf der Richtung der zur Verwendung kommenden Strahlen. Die Zurückwerfung und die Brechung sind so einfach und übersichtlich wie möglich, indem sich zwischen dem Lichte und der Kultur nur eine planparallele Schicht von destilliertem Wasser findet, von bekannter Dicke und zwischen zwei planparallelen geschliffenen Quarzplatten. Auch die Oberfläche der Kultur ist plan- und senkrecht auf den Strahlen, indem sie gebildet wird von der Seite des Tropfens — dieser bestehe nun aus einem festen oder flüssigen Medium —, welche den Deckquarz berührt. Weil die hintere konvexe Fläche des Tropfens überall gegen das Licht konkav ist, hat dieses ungehinderten Zutritt zu jedem einzelnen Teil des Tropfens. Nur falls man den Tropfen so gewölbt machen würde, dass er mehr als eine Halbkugel bildete, würde die Reflexion bewirken, dass einige Teile des Inneren des Tropfens im Dunkeln zu liegen kommen; aber es ist sehr leicht, den Tropfen beliebig flach zu gestalten, und wenn er mit einer Platinöse von passender Grösse abgesetzt wird, nimmt er von selbst eine passende Form an. Der von mir verwendete Bouillontropfen war 1.5 à 2 mm breit von Seite zu Seite, 0.05 à 0.15 mm tief von vorn nach hinten.

Unter diesen einfachen Verhältnissen kann man sowohl durch Rechnung als durch direkten Versuch herausfinden, ein wie grosser Prozentteil des verwendeten Lichtes zum Kulturtropfen gelangt. Vorläufig habe ich noch keine genaue Bestimmung dieser Verhältnisse vorgenommen, einfach weil ich bisher keine Verwendung dafür hatte. Nur einzelne Grenzwerte habe ich, um sicherer zu gehen, ausgerechnet: Den von dem Einfallslot am meisten abweichenden Strahl, der unter den gegebenen Verhältnissen gedacht werden kann, bekommen wir, wenn wir zwei Objektsträger nebeneinander in den Apparat setzen und wenn wir auf jeden der zwei Deckquarze vier Tropfen abgesetzt haben und wenn dabei die Kulturen in dem kürzesten Abstande vom Licht beleuchtet werden; als kürzesten Abstand habe ich aus praktischen Gründen 280 mm gewählt. Der äusserste Punkt des äussersten Tropfens kommt dann höchstens 18 mm seitlich von der Mittellinie (d. h. die Verbindungslinie zwischen dem Mittelpunkt der Lichtquelle und dem Mittelpunkt des Quarzfensters). Der am meisten abweichende Strahl wird dann derjenige, der z. B. von einem Punkte des äussersten rechten Teils der Oberkohle gegen den äussersten Punkt des am meisten links gelegenen Kulturtropfens fällt. Aber selbst ein solcher extremer Strahl weicht, da wo er das Quarzfenster trifft, nur $5^0\ 52'$ vom Einfallslote ab — wozu noch kommt, dass dieser Strahl, sowie seine nächsten Nachbarn, nur eine äusserst geringe Lichtstärke haben, weil ihr Ausstrahlungswinkel ja fast 90^0 ist. Aber selbst wenn man damit rechnen wollte, dass ein Teil der Strahlen einen Einfallswinkel von ca. 6^0 haben, spielt dies doch, praktisch betrachtet, nur eine verschwindend kleine Rolle. Zufolge STOLZE (cit. von EDER) ist der Lichtverlust durch Reflexion von einer planen Glasplatte beim Einfallswinkel $0^0 < 0.66\ \%$, bei $5^0 = 1.5\ \%$, bei $15^0 = 3.4\ \%$. Also würde keiner der verwendeten Strahlen mehr als ca. $1.5\ \%$

verlieren, die Majorität derselben noch viel weniger. Wie die Reflexion von einer Quarzplatte sich verhält, habe ich in der Litteratur nicht finden können, aber darf wohl beiläufig davon ausgehen, dass sie sich nicht wesentlich anders verhält als beim Glase. In betreff der sichtbaren Strahlen hat Herr ABSALON LARSEN durch direkte Versuche gefunden, dass beim Einfallswinkel $= 0$ nur ca. $0.35\ \%$ von der Quarzoberfläche zurückgeworfen wird. Die Reflexion auf den Grenzflächen Quarz-Wasser (wo der besprochene „ungünstige" Strahl unter $3^0\ 48'$ trifft), Wasser-Quarz ($4^0\ 24'$) und Quarz-Nährmedium ($3^0\ 48'$) ist sicher in der Praxis zu vernachlässigen, weil der Unterschied zwischen den Brechungsindices dieser Substanzen so klein ist. Im Inneren des Nährmediums selbst wird der ungünstigste Strahl nur $4^0\ 20'$ vom Einfallslot abweichen. Während dieser verschiedenen Brechungen (wo die Brechungsindices für Quarz, Wasser und Nährmedium zu 1.54, 1.33 und 1.35 gesetzt sind) wird der am meisten abweichende Strahl der Mittellinie 0.74 mm genähert sein; auf die hierdurch entstehende Konzentration des Lichtes, die, wie leicht zu beweisen, egal über der ganzen beleuchteten Fläche stattfindet, habe ich schon bei der Berechnung des Abstandes (S. 17) Rücksicht genommen.

Während die Lichtstärke also eine zwar kleine Abschwächung erleidet wegen der Reflexion, wird sie auf der anderen Seite ein wenig verstärkt durch eine Reflexion von der hinteren Fläche des Nährtropfens, wodurch ein Teil des Lichtes den Tropfen zweimal zu passieren bekommt. Diese Lichtmenge wird doch nicht gross sein, und bei gleichartigen Versuchen wird sie jedesmal annähernd dieselbe sein.

Der Verlust durch Absorption ist ebenfalls sehr gering. Eine gewisse Art von Absorption wünscht man ja gewöhnlich zu haben, nämlich von einem Teil der ultraroten Wärme-

strahlen, die zurückgehalten werden namentlich von der Wasserschicht, zum Teil auch vom Quarz. Für die übrigen Strahlen, die ultravioletten mit inbegriffen, sind Quarz und Wasser die zwei am meisten permeablen Stoffe, die überhaupt in Betracht kommen können; was gewisse unsichtbare Strahlen betrifft, geht dies schon, in Bezug auf den Quarz, von meinem S. 6 besprochenen Versuche hervor. Für das sichtbare Spektralgebiet sagt H. RUBENS und E. ASCHKINASS, dass der Quarz „eine fast vollkommene" Permeabilität besitzt, so dass sich der Absorptionsverlust überhaupt nicht ausmessen liess.

2. Die Lichtstärke kann mit Genauigkeit abgestuft werden. Da man nicht im stande ist, die Intensität der Lichtquelle nach einer hinreichend genauen Skala zu variieren, und da die verschiedenen Lichtmessungsmethoden alle bisher zum Teil umständlich und wenig genau, zum Teil ganz fehlschlagen, wo es auf die Bestimmung der ultravioletten Strahlen ankommt, so ist, so weit ich sehen kann, die genaueste Methode, sich verschiedene bestimmte Lichtintensitäten zu verschaffen, diejenige, die gesetzmässige Abnahme der Lichtstärke umgekehrt proportional mit dem Quadrat des Abstandes zu verwenden.

Umgekehrt werden wir in diesem Apparat einen Messapparat besitzen, um den Reichtum einer Lichtquelle (z. B. eines Lichtsammelapparates) an bakterientötenden Strahlen zu bestimmen. Ein solcher Messapparat ist um so notwendiger, als wir bisher kaum wissen, welcher Teil der ultravioletten Strahlen am stärksten bakterientötend wirkt — viel weniger bisher ihre Menge hat messen können.

3. Die Lichtabsorption des Nährmediums wird so weit als möglich eingeschränkt, indem man es in ganz dünnen Schichten verwendet — bei den nachfolgenden Untersuchungen 0.05—0.15 mm. — Einer vorläufigen Bestimmung

zufolge, die Herr ABSALON LARSEN für mich ausgeführt hat, absorbiert sowohl Agar wie Bouillon schon in Schichten von ein paar Millimeter ungefähr die Hälfte der auf Chlorsilber wirkenden Strahlen, und man kann sicher erwarten, dass die bakterientötenden Strahlen wenigstens eben so stark absorbiert werden. Dass die Absorption dagegen keine praktische Rolle spielt bei den eben genannten sehr dünnen Schichten, schliesse ich daraus: obschon ich bei den meisten meiner Versuche absichtlich einen etwas dickeren neben einem sehr dünnen Tropfen angebracht hatte, habe ich doch keinen konstanten Unterschied der Resultate nachweisen können. Bei den Grenzwerten, wo die Bakterien oft in einer der (gewöhnlich vier) auf demselben Deckquarz abgesetzten Tropfen auswuchsen, während die übrigen Tropfen steril blieben, wuchsen die Bakterien eben so oft in einem der dünnen als in einem der dicken Tropfen aus. Ganz ohne Einfluss kann selbstverständlich die Dicke des Tropfens nicht sein; aber ich kann sagen, dass sie keine Rolle spielt, so lange man die Abstufungen der Beleuchtungszeiten nicht kleiner nimmt als bei den nachfolgenden Versuchen. Wie die exakte Grenze für die grösste zulässige Tropfendicke durch den Apparat selbst sich bestimmen lässt, hoffe ich später gelegentlich zeigen zu können.

Dies ist übrigens nicht der einzige Vorteil des hängenden Tropfens. Abgesehen davon, dass, wie oben besprochen, die gegen das Licht sich kehrende Seite der Kultur vollständig plan gemacht wird, erreicht man auch, dass der Sauerstoff einen sehr leichten Zutritt zur ganzen Kultur hat, indem der hohlgeschliffene Raum des Objektträgers vielmal grösser ist als der Kulturtropfen, ein Umstand, dem man um so grösseren Wert beimessen muss, als mehrere Forscher angaben, verschiedene Resultate erhalten zu haben, je nachdem die belichteten Reagensgläser u. s. w. mehr oder wenig hoch mit

der Nährflüssigkeit gefüllt waren. Ein grosser Vorteil der Tropfen ist der geringe Platz, den sie einnehmen; man kann ohne Schwierigkeit z. B. vier Tropfen auf demselben Deckquarz absetzen, und zwei solche (mit je vier Tropfen) können nebeneinander im Apparat Platz finden — oder wenn jeder Objektsträger zwei Hohlschliffe trägt, im ganzen 16 Tropfen — ohne dass irgend ein Strahl eine ungünstigere Richtung bekommt als oben ausgerechnet. Würde man dagegen grössere Kulturbehälter verwenden, so würde eine entsprechende Anzahl dieser einen so grossen Raum einnehmen, wenn sie gleichzeitig zu belichten wären, dass eine eventuelle Schiefstellung des Kraters einen sehr bedeutenden Unterschied in der jeden einzelnen treffenden Lichtmenge bedingen würde. Endlich erlaubt die Kleinheit des Tropfens, dass man damit bequem die Wirkung einer eng begrenzten Zone eines gegebenen Lichtfeldes, z. B. einer bestimmten Region eines Spektrums, untersuchen kann.

Von Bedeutung kann auch der Umstand sein, dass sämtliche belichtete Bakterien der direkten mikroskopischen Untersuchung zugänglich sind.

Die Möglichkeit, dass die auf demselben Deckquarz angebrachten Tropfen einander infizieren, ist nicht ganz auszuschliessen, obschon ein Blick auf die nachstehenden Tabellen zeigen wird, dass dies, wenn es überhaupt vorkommt, jedenfalls sehr selten ist. Ich habe bisher keinen Fall gesehen, wo ich den Verdacht hatte, dass es stattfand. Aber damit ein solcher Einwand nicht gemacht werden konnte, habe ich immer nur solche Tropfen nebeneinander gesetzt, die von derselben Kultur genommen waren; falls man nun Auswuchs in mehr als einem Tropfen sieht, könnte vielleicht ein Skeptiker im einzelnen Falle behaupten, dass ein Tropfen die anderen infiziert hätte; aber in einem der Tropfen, muss er zugeben, sind die Bakterien nicht alle getötet gewesen. Und den Tropfen

gegenüber, die sich nach der Belichtung steril halten, lässt sich kein Einwand erheben (siehe übrigens „die Erklärung der Versuche", S. 78).

Vor mir haben Pansini und zum Teil Kruse die Tropfenmethode verwendet, beide bei Versuchen mit Sonnenlicht und mit Anwendung von Deckgläsern. Pansinis Versuche sind mir nur durch ein kurzes Referat bekannt; er soll gefunden haben, dass Milzbrandbazillen in 70 Minuten abgetötet werden. Kruse hat ähnliche Resultate erreicht (Sommersonne, Neapel); er hat aber die Methode nur bei wenigen Versuchen angewendet, welche er übrigens so lückenhaft beschreibt, dass ich mich nicht verpflichtet fühle, näher darauf einzugehen.

4. Die Temperaturverhältnisse werden berücksichtigt. Vor allen Dingen ist es von Bedeutung, sicher zu stellen, dass die Temperatur des Nährmediums nicht so hoch ansteigt, dass der Tod der Mikroben auf der Wärme beruhen könnte. Die Kühlung der Kultur geschieht dadurch, dass sie von Wasser umspült wird, welches vom Motor in lebhaft strömender Bewegung gehalten wird. Da der Deckquarz dünn und der Quarz ausserdem ein verhältnismässig guter Wärmeleiter ist, und da der Tropfen sehr dünn ist, so sind die Verhältnisse besonders günstig, um die Kultur auf demselben Wärmegrad zu halten wie das umgebende Wasser. Um zu sehen, inwiefern dieses Raisonnement den wirklichen Verhältnissen entspricht, habe ich folgende Versuche gemacht:

Am einfachsten und eigentlich schon allein überzeugend ist es, den eigenen Finger an der Stelle der Kultur zu beleuchten. Selbst in dem kürzesten Abstande vom Lichte (28 cm), und selbst wenn der Finger geschwärzt war, fühlt man, wenn der Motor mit passender Fahrt läuft, keine andere Wärme im Finger, als die der Temperatur des Wassers ent-

sprechende — während man ausserhalb des Kastens in demselben Abstand schon nach weniger als einer Minute lebhafte Schmerzen empfindet. Grösserer Sicherheit halber habe ich in sehr zahlreichen Versuchen, bei höchst verschiedener Wassertemperatur gemacht, durch die Öffnung *T* (siehe die Fig.) ein Thermometer mit gerusstem Behälter unmittelbar neben die Kultur gestellt. Der Temperaturunterschied zwischen diesem Thermometer und dem beschatteten (*S*) erreicht nie $^1/_4{}^0$. Endlich vollständig überzeugend kommen mir die folgenden Versuche vor: Auf die hintere Seite des Deckquarzes, unmittelbar neben oder zwischen den Kulturtropfen, habe ich kleine Würfel angebracht, welche aus Stoffen mit verschiedenen Schmelzpunkten verfertigt waren (Butter, Vaseline und namentlich verschiedene Paraffine mit Schmp. $41._5{}^0$, 45^0, 50^0). Man kann diese beliebig lange beleuchten, im Abstande 28 cm, ohne dass sie schmelzen, wenn die Temperatur des Wassers unter dem Schmelzpunkte des betreffenden Stoffes erhalten wird; lässt man die Temperatur des Wassers ansteigen, so schmelzen die Würfel nicht eher, als das beschattete Thermometer Temperaturen zeigt, die höchstens $^1/_2{}^0$ unter dem wirklichen Schmelzpunkt sind. Selbst wenn diese Stoffe mit Russ geknetet werden, bleibt dieses Verhältnis beinahe unverändert. — Bei allen Versuchen unterhalb $36._5{}^0$ ist der Deckquarz am Objektträger mittelst gelber Vaseline (Schmp. $36._5{}^0$) festgeklebt; sobald die Temperatur des Wassers $36._5{}^0$ übersteigt, schmilzt es sofort und der Deckquarz sinkt nach unten; bei allen Temperaturen bis zu $36._5{}^0$ zeigt das Vaselin kein Zeichen von Schmelzung, selbst bei stundenlanger Beleuchtung.

Selbstverständlich ist die Wirkung der Wärmestrahlen nicht ganz ausgeschlossen, wenn die Dicke der Wasserschicht nur 25 mm und der Abstand 28 cm ist. Aber es ist auch gar nicht die Absicht, jedenfalls vorläufig, diese ganz auszu-

schliessen, indem es wohl am natürlichsten ist, die Untersuchungen mit einem Licht zu beginnen, das alle Elemente, auch die Wärmestrahlen enthält; nur ist es notwendig, mittelst des Wassers und des Quarzes, einen so grossen Teil der Wärmestrahlen auszuschalten, dass es gelingt, den Kulturtropfen auf der im einzelnen Versuch gewählten Temperatur zu erhalten. Es sind mit anderen Worten nicht die Wärmestrahlen als solche, die zu umgehen sind, sondern eine zu hohe Temperatur der Kulturflüssigkeit, und dass wir einer solchen vorgebeugt haben, beweisen die oben besprochenen Proben.

Auch aus praktischen Gründen muss die Wirkung der Wärmestrahlen innerhalb dieser Grenzen studiert werden; denn sollte es sich zeigen, dass sie eine bakterientötende Wirkung haben, könnte man diese sehr wohl therapeutisch verwenden, weil, wie besprochen, die Hautnerven nichts gegen eine Beleuchtung unter diesen Verhältnissen einzuwenden haben.

Ich beschränke mich doch nicht darauf, diese Temperatur so niedrig zu halten, dass sie den Bakterien nichts schaden kann; ich halte sie ausserdem in jeder Versuchsreihe konstant, weil es doch a priori recht wahrscheinlich sein konnte, dass die Lichtwirkung nicht dieselbe bei allen Temperaturen sein wird, welches auch durch meine Versuche bestätigt wird (siehe S. 93).

5. **Die Umrührung** vermittelst eines Schaufelrades bewirkt dreierlei: Erstens erhält sie die Temperatur überall im Kasten egal. Zweitens hat sich durch die besprochenen Versuche mit Paraffinwürfeln herausgestellt, dass die Temperatur in der feuchten Kammer nicht gleich der Temperatur des umgebenden Wassers zu halten ist, wenn man nicht Umrührer verwendet. Drittens werden dadurch Staubpartikel und ähnliche unvermeidliche Verunreinigungen verhindert, sich auf dem

Deckquarz festzusetzen. Ein mit blossen Augen kaum sichtbares Stäubchen würde sonst genügen, um einigen Bakterien Schatten zu verschaffen, wodurch später der ganze Tropfen bevölkert werden könnte, jedenfalls wenn man flüssiges Nährmedium verwendet.

Vorsichtsmaassregel bei der Benutzung des Apparates.

Die Quarzplatten müssen vollständig rein sein. Ein fast unsichtbares Häutchen von Schmutz genügt, wie sich bei vielen Gelegenheiten gezeigt hat (z. B. unsere Erfahrungen von den therapeutischen Lichtsammelapparaten), um in unerwartetem Maasse die wirksame Lichtmenge herabzusetzen. Das Quarzfenster muss deshalb, unmittelbar vor dem Beginn der Versuche, sorgfältig auf beiden Seiten poliert werden, und während der Versuche muss man fortwährend die Aufmerksamkeit darauf richten, und jedes Stäubchen u. ähnl. entfernen vermittelst kleiner, besonders dazu eingerichteter Instrumente (ein feiner Pinsel für die äussere, ein Schwabber aus Handschuhleder für die innere Seite des Fensters). Bei Versuchen, die nur wenige Sekunden andauern, müssen diese Manipulationen vorgenommen werden, bevor die Kultur in den Kasten gestellt wird; bei länger dauerndem Versuche spielt es keine Rolle, ob man durch eine schnelle Bewegung ein Stäubchen wegpinselt. — Ebensoviel Mühe ist auf den Deckquarz zu verwenden. Vor dem Versuche werden diese in Sprit gewaschen, sorgfältig getrocknet, jedes sichtbares Stäubchen mit einem Pinsel entfernt; danach wird jeder für sich in glattes Papier eingepackt und, wie die entsprechenden Objektträger, bei 140° sterilisiert. Nachdem die Kulturtropfen mittelst Platinöse von bestimmter Grösse auf der Unterseite des Deckquarzes abgesetzt sind, wird dieser an den Objektträger vermittelst sterilen Vaselins geklebt; falls Temperaturen über 35° zu verwenden sind, wird ausserdem um den Rand des Deckquarzes eine Schicht aus Unguentum cerae (Ph. dan.), welches erst bei 58° schmilzt, gelegt. Man muss dabei genau aufpassen, dass keine Spur von Vaselin auf die Vorderfläche des Deckquarzes kommt, weil selbst die dünnste Schicht die Majorität der ultravioletten Strahlen abhalten kann, indem das Vaselin sehr stark fluoreszierend ist.

Eine weitere Fehlerquelle von Bedeutung kann das Wasser im Kasten werden. Man muss dazu frisch ausgekochtes, destilliertes Wasser verwenden; sonst ist es schwierig, die Bildung von kleinen Luftblasen zu verhindern, die sich u. a. auf den Deckquarz setzen. Eine minimale Luftblase genügt, um eine ganze Menge von Bakterien gegen das Licht zu schützen, und bevor ich mir über die Bedeutung dieser Blasen klar wurde, war es mir überhaupt unmöglich, konstante Resultate zu erhalten. Falls man eine andere Flüssigkeit als destilliertes Wasser verwendet, darf man nicht vergessen, dass dann die Absorptionsverhältnisse andere sind. Schon gewöhnliches Leitungswasser absorbiert die Majorität der ultravioletten Strahlen. Man muss auch durch sorgfältige Firnissierung soweit als möglich dafür sorgen, elektrolytischen Wirkungen zu entgehen, damit keine Metallsalze gebildet werden.

2) Versuchsprotokoll I.

Variationen in der Widerstandsfähigkeit des B. prodigiosus nach dem Alter der Kultur und nach der Temperatur des Nährmediums.

In folgendem beschränke ich mich nicht darauf, meine Resultate mitzuteilen, sondern ich gebe wörtlich mein Versuchsprotokoll wieder, selbst die misslungenen Versuche, weil die Entwickelung des Versuchsmodus nicht ohne ein gewisses Interesse ist.

Gemeinsam für alle Versuche in diesem ersten Protokolle (Reihe 1—36) sind folgende Verhältnisse:

Die Lampe (Shuntlampe von Siemens & Halske). Positive Kohle 24 mm Diam., negative Kohle 15 mm Diam., Stromstärke 35 Ampère. Der in den Versuchsreihen 1—33 zu Gebote stehende Rheostat fungierte etwas mangelhaft, so dass die Stromstärke nicht genau auf 35 zu halten war; sie wurde zwischen 35 und $35^{3}/_{4}$ A. gehalten, durchschnittlich auf $35^{1}/_{3}$. Wenn im Versuchsprotokoll 35 A. notiert ist, wird dieser Spielraum gemeint. Wenn hin und wieder einmal eine grössere Schwankung vorgekommen ist, wird man sie immer ausdrücklich notiert finden. Von Reihe 34 ab ist ein Rheostat benutzt worden, den ich so habe herstellen lassen, dass Bogenlampen, eine nach der anderen oder mehrere zu gleicher Zeit eingeschaltet werden konnten, parallel mit dem Hauptwiderstande, wodurch die Stromstärke mit Leichtigkeit sich so konstant erhalten liess, dass man die Schwingungen auf einem gewöhnlichen Ampèremeter kaum sehen konnte. Die Spannung wurde soweit als möglich zwischen 50 und 52 Volt gehalten und findet sich für jeden einzelnen Versuch notiert. Einen wie grossen Einfluss auf die Menge der bakterientötenden Strahlen

Variationen in Stromstärke und Spannung innerhalb dieser Grenzen haben, muss späteren Versuchen überlassen werden. Es wird gewöhnlich angegeben, dass die Stärke des sichtbaren Lichtes etwas stärker ansteigt als der Stromstärke proportional. Nach den Versuchen von Absalon Larsen (siehe später) kann man damit rechnen, dass eine Variation der Stromstärke von 30 bis 31 Ampère ungefähr einer Steigerung der Lichtstärke in der Gegend der Linien *K* und *H* von 5 % entspricht. Durch Versuche mit Chlorsilberpapier bin ich selbst zu ähnlichen Resultaten gekommen. Ein grosser Teil der kleinen Unregelmässigkeiten innerhalb der einzelnen Versuchsreihe konnte schon durch diese Fehlerquelle eine plausible Erklärung finden. Aber vorläufig muss man festhalten, dass die Stärke der bakterientötenden Strahlen nach anderen auf dem Lichtinstitut ausgeführten Versuchen anscheinend nicht proportional den auf Chlorsilber wirkenden Strahlen steigt.

Der Lichtfilter bestand immer aus destilliertem Wasser von 25 mm Dicke (ausserdem die zwei Quarzplatten).

Versuchsobjekt war immer B. prodigiosus in Reinkultur. In passenden Zwischenräumen überzeugte ich mich davon, dass die Kulturen immer noch rein waren. Sowohl die Kulturen wie das sterile Nährmedium wurde immer im Dunklen aufbewahrt; wenn sie hervorgeholt wurden, vermied ich immer direkte Bestrahlung von Sonnen- oder Bogenlicht. Nach beendeter Beleuchtung wurden die Kulturapparate im Brutschrank angebracht, dessen Temperatur in Reihe 1—30 20—22° war, in den späteren Reihen immer 25°, weil es in der heissen Sommerzeit unmöglich war, die Temperatur des Brutschrankes auf 20° konstant zu erhalten.

In allen zweifelhaften Fällen wurde die Diagnose „Wachstum“ oder „Tod“ mittelst Überimpfung in frisches Nährmedium gesichert.

Das Nährmedium war immer möglichst helle, schwach alkalische Kalbsbouillon, nach der allgemeinen Vorschrift in SALOMONSENS bakteriologischer Technik zubereitet. Wenn sich Salze oder ähnliche Unklarheiten auszuscheiden anfingen, wurde eine neue Portion zubereitet. Die Bakterien wurden in Reagenscylindern von konstanter Grösse und Form, mit genau je 2 cm^3 Bouillon, kultiviert.

Der Abstand der Lichtquelle von der Vorderfläche der Kultur war immer 280 mm. Da ein Teil dieses Abstandes von einer 25 mm dicken Wasserschicht + 2,7 mm Quarz eingenommen wird, wird die Lichtstärke, dem S. 17 Entwickelten zufolge, einem Abstand von 273 mm ohne Einschaltung von solchen lichtbrechenden Medien entsprochen haben.

Die Zeitmessung geschah durch einen Chronographen, der $^1/_5$ Sekunde abzulesen gestattete.

Erklärung der Tabellen: *A* = Ampère, *V* = Volt, *Sek.* = die Zeit, die der betreffende Kulturtropfen dem Lichte ausgesetzt gewesen ist, in Sekunden angegeben. *O* bedeutet, dass die Kultur gar nicht beleuchtet gewesen ist, d. h. Kontrollversuch; die Temperaturangabe in einem solchen Fall bedeutet, dass die Kultur ohne Beleuchtung der betreffenden Temperatur im Kasten ausgesetzt gewesen ist. *1 St., 2 St.* oder *1 T., 2 T.* giebt die Anzahl Stunden, bez. Tage an, die seit der Beleuchtung verflossen sind, auf dem Zeitpunkt, wo man den einzelnen Kulturtropfen untersucht. + bedeutet, dass die Bakterien diffus im ganzen Tropfen ausgewachsen sind, ÷ dass der Tropfen klar bleibt, also ohne sichtbares Wachstum. *s* bedeutet, dass die Bakterien „zerstreut" ausgewachsen sind, o: sie sind nur an einzelnen umschriebenen Partien des Tropfens ausgewachsen (auf die Erklärung hierfür werde ich später zurückkommen). In Reihe 1—6 habe ich doch nicht zwischen + und *s* unterschieden, und ich bin

ausserdem nicht sicher, dass ich in den ersten 12 Reihen „*s*" auf dieselbe Weise definiert habe wie später. Wenn in einer Rubrik mehrere +, oder —, oder *s* stehen, bedeutet dies, dass eine entsprechende Anzahl von gesonderten Tropfen auf den betreffenden Deckquarz gesetzt worden sind.

— *Kursiv* habe ich im Versuchsprotokoll überall für diejenigen Bemerkungen verwendet, die ich später dem ursprünglichen, während der Versuche abgefassten Text hinzugesetzt habe.

Reihe 1—4.

($^{26}/_{1}$.—$^{3}/_{2}$. 99.)

Nr.	Tp.	A.	V.	Sek.	1 T.	2 T.	4 T.	5 T.
1	**30°**	34—35	50—52	**300**	—	+	+	+
2	„	35	51—53	**420**	—	+	+	+
3	„	„	51—53	**660**	—	—	?	+
4	„	„	52—54	**900**	—	?	+	+
5	„	—	—	**0**	+	+	+	+
1	**30°**	35	49—51	**900**	—	—	—	—
2	„	„	50—52	**1200**	?	+	+	+
3	„	„	50—52	**1500**	—	—	—	—
4	„	„	52—53	**600**	—	—	—	—
1	**30°**	34—36	51—55	**3000**	—	+	+	+
2	„	35	52—54	**3300**	—	—	—	—
1	**30°**	35	51—55	**1800**	—	—	—	—
2	„	„	„	**2100**	—	—	—	—

Diese vorläufigen Versuche scheinen unverständlich. Selbst 3000 Sek. scheinen nicht immer hinlänglich. Doch giebt gerade die 3000 Sek. beleuchtete Kultur einen Fingerzeig für den richtigen Weg; es stellte sich nämlich heraus, dass eine ganz dünne Schicht von Vaselin sich auf dem Deckglas befand. Vielleicht konnten auch die kleinen Luftblasen, die sich auf dem Deckquarz bildeten, eine Rolle spielen.

Reihe 5. ($^{8}/_{2}$. 99.)

Alle Luftblasen werden entfernt, sobald sie sich gebildet haben.

Nr.	Tp.	A.	V.	Sek.	1 T.	2 T.	3 T.	4 T.
1	**30°**	34—36	49—51	**480**	—	—	—	—
2	„	35	50—52	**600**	—	+	+	+
3	„	„	52	**660**	—	—	—	—
4	„	„	51—52	**720**	—	—	—	—
5	„	„	52—54	**900**	—	—	—	—
6	„	„	49—53	**1200**	—	—	—	—
7	„	„	—	**0**	+	+	+	+
8	„	„	—	**0**	+	+	+	+
9	„	„	—	**0**	+	+	+	+

Nr. 2. wuchs in der Weise aus, die wir später als „zerstreut" bezeichnen. *Wir sehen, dass nach Entfernen der Luftblasen die Bakterien in kürzerer Zeit getötet werden, als in Reihe 1.*

Reihe 6. ($^{11}/_{2}$. 99.)

Nr.	Tp.	A.	V.	Sek.	1 T.	2 T.	3 T.	4 T.	5 T.
1	**30°**	—	—	**0**	+	+	+	+	+
2	„	—	—	**0**	+	+	+	+	+
3	„	35	50—52	**240**	—	+	+	+	+
4	„	„	„	**300**	—	—	—	—	—
5	„	„	„	**360**	—	+	+	+	+
6	„	„	50—51	**420**	—	+	+	+	+
7	„	„	50—52	**480**	—	—	—	—	—

Um ganz der Bildung von Luftblasen zu entgehen, wird hier (*wie in allen späteren Versuchen*) unmittelbar vor dem Versuch ausgekochtes destilliertes Wasser verwendet. — Durch fortgesetzte Kultivierung wird festgestellt, dass die ausgewachsenen Kolonien wirklich Prodigiosus sind.

Nun werden einige also schon in 300 Sek. = 5 Min. getötet.

Reihe 7. ($^{15}/_{2}$. 99.)

Das Fenster wird nun *(wie immer später)* sorgfältig unmittelbar vor dem Versuch mit Salzsäure, Sprit und Wasser gereinigt und danach poliert.

Nr.	Tp.	A.	V.	Sek.	1 T.	2 T.	3 T.
1	**30°**	—	—	**0**	+	+	+
2	„	35·5	53—54	**60**	s	+	+
3	„	35	52—54	**120**	s	+	+
4	„	34—36	53—54	**180**	?	+	+
5	„	35	52—54	**240**	—	s	+
6	„	34—36	53—54	**300**	—	—	—
7	„	35	53—54	**360**	—	s	+
8	„	35	51—54	**420**	—	s	+
9	„	—	—	**0**	+	+	+

Nr. 6 Die Lampe regulierte schlecht.
Nr. 6 zeigte sich auch nach Impfung steril.

Reihe 8. ($^{18}/_{2}$. 99)

Nr.	Tp.	A.	V.	Sek.	1 T.	2 T.	3 T.	4 T.	10 T.
	30°		—	**0**	+	+			
2	„	—	—	**0**	+	+			
3	„	35	50	**60**	s	s			
4	„	„	50	**120**	?	s			
5	„	„	50—53	**150**	—	s			
6	„	„	51—52	**180**	—	s	+	+	+
7	„	?	?	?	—	s	+	+	
8	„	35	49—51	**240**	—	—	—	—	—
9	„	„	49—51	**270**	—	s			
10	„	„	48—52	**300**	?	s	+	+	

Reihe 9. ($^{1}/_{3}$. 99.)

Nr.	Tp.	A.	V.	Sek.	1 T.	2 T.	3 T.	5 T.
1	**30°**	35	50—51	**60**	?	s	+	+
2	„	33—36	„	**120**	—	—	—	—
3	„	35	„	**180**	s	s	s	s
4	„	„	50—53	**240**	—	s	+	+
5	„	„	50—52	**300**	s	s	s	s
6	„	„	„	**120**	—	s	s	s
7	„	„	49—52	**180**	—	s	s	s
8	„	„	50—52	**240**	—	s	s	s
9	„	„	50—51	**120**	—	s	s	s
10	„	„	„	**180**	s	s	s	+
11	„	„	49·5-52	**240**	—	—	+	+

Nr. 3, 5 und 11. Durch fortgesetzte Verimpfung wird festgestellt, dass es wirklich Prodigiosus ist.

Da die Tropfen bisher von mehr oder weniger alten, stark roten Kulturen genommen worden sind, denkt man sich die Möglichkeit, dass die inkonstanten Resultate von den Pigmentbröckeln abhängig sein konnten. Darum werden nun Versuche mit ganz jungen Kulturen angestellt; aber weil man dem Alter der Kultur noch keine grosse Bedeutung beimisst, werden zur selben Zeit Versuche mit verschiedenen Temperaturen gemacht. Auch ist das genaue Alter der Kultur nicht notiert.

Reihe 10. ($^{9}/_{3}$. 99.)

Nr.	Tp.	A.	V.	Sek.	1 T.	2 T.	3 T.	4 T.	6 T.
1	**10⁰**	—	—	**0**	+	+	+		
2	„	—	—	**0**	+	+	+		
3	„	—	—	**0**	+	+	+		
4	„	—	—	**0**	+	+	+		
5	„	34·5-35·5	49—53	**300**	—	—	—	—	—
6	„	35	49—52	**360**	—	—	—	—	—
7	„	„	48—52	**420**	—	—	—	—	
8	„	„	49—52	**480**	—	—	—	—	
9	„	„	47—51	**540**	—	—	—	—	
10	„	„	51—55	**600**	—	—	—		
11	„	„	49—51	**720**	—	—	—		
12	„	35—36	48—52	**360**	—	—	—		

Nr. 5 und 6 zeigten sich durch Impfung steril.

Die Tropfen von einer ganz jungen Kultur abgesetzt.

In dieser Reihe *(wie in allen folgenden)* werden als Kontrolle die feuchten Kammern blindlings aus der Reihe der fertigen Präparate herausgenommen, damit die Reihenfolge, in welcher die Tropfen abgesetzt worden sind, ohne Einfluss werde; erst danach werden sie mit Nummern versehen und beleuchtet.

Reihe 11. ($^{17}/_{3}$. 99.)

Nr.	Tp.	A.	V.	Sek.	1 T.	2 T.	3 T.	4 T.
1	**10⁰**	—	—	**0**	+	+	+	+
2	„	34·5-35·5	50—51	**60**	—	?	+	+
3	„	35—36	49—53	**120**	—	—	—	—
4	„	35	49—52	**180**	—	—	—	—
5	„	„	(47)—54	**240**	—	—	—	—
6	„	35—36	47—54	**300**	—	—	—	—
7	„	35	50—56	**360**	—	—	—	—

Die Lampe reguliert schlecht.

Von Nr. 3—7 wird in ein und dasselbe Glas mit Bouillon geimpft; dasselbe hielt sich steril.

Mit den Reihen 10 und 11 haben wir ein ganz neues Bild: Konstante Resultate und Sterilisation in weniger als 120 Sek. Um zu sehen, ob der Grund hierfür darin liegen konnte, dass die Temperatur 10⁰ war, während sie in den früheren Versuchen 30⁰ war, wird folgende Versuchsreihe gemacht:

Reihe 12. ($^{21}/_{3}$. 99.)

Nr.	Tp.	A.	V.	Sek.	1 T.	2 T.	3 T.
1	—	—	—	**0**	+	+	+
2	—	—	—	**0**	+	+	+
3	**20°**	35	51—53	**180**	—	—	—
4	„	„	53—55	**120**	—	—	—
5	**10°**	35	50—53	**180**	—	—	—
6	„	„	50—52	**120**	—	—	—
7	„	„	50—52	**90**	—	—	—
8	„	„	50—51	**60**	—	—	—
9	**40°**	35	50—52	**180**	—	—	—
10	„	„	50—52	**120**	„	„	„
11	**30°**	35	49—52	**180**	—	—	—
12	„	„	49—52	**120**	—	—	—

Nr. 10 misslang, indem der Deckquarz hinunterglitt, weil das Vaselin zerschmolz; in Nr. 9 blieb er hangen, obschon das Vaselin auch hier sofort geschmolzen ist.

Nr. 7 und 8 wurden in Bouillon geimpft; diese blieb steril.

Hiernach sind es also kaum die Temperaturunterschiede, die in Reihe 10 u. 11 bestimmend waren. Vielmehr musste man versuchen, von welchem Einfluss das Alter der Kultur ist.

Reihe 13. ($^{28}/_{3}$. 99.)

Nr.	Tp.	A.	V.	Sek.	1 T.	2 T.	3 T.	4 T.	
1	—	—	—	**0**	+	+	+	+	Alter ca. 6 Stunden
2	—	—	—	**0**	+	+	+	+	
3	**20°**	35	51	**60**	—	+	+	+	
4	„	„	50—51	**120**	—	—	—	—	
	„	„	50—52	**180**	—	—	—	—	
6	—	—	—	**0**	+	+	+	+	Alter ca. 30 Stunden
7	**20°**	35	49—51	**60**	—	s	s	s	
8	„	„	50—53	**120**	—	s	s	s	
9	„	„	49—53	**180**	—	—	—	—	
10	„	„	51—52	**60**	?	+	+	+	Alter ca. 54 Stunden
11	„	„	50—53	**180**	?	+	+	+	
12	„	„	49—53	**360**	—	—	—	—	

Von Nr. 12 wird in Bouillon geimpft; diese bleibt steril.

Nr. 1—5: Die Tropfen waren von einer 6 Stunden alten, noch klaren Bouillonkultur.

Nr. 6—9: Dito von einer 30 Stunden alten, eben unklaren Bouillon.

Nr. 10—12: Dito von einer 54 Stunden stark unklaren Bouillonkultur.

Das Alter scheint also von Bedeutung zu sein. Die 6 Stunden alte Kultur wurde zwischen 60 und 120 Sek. getötet, während die 54 Stunden alte zwischen 180 und 360 Sek. brauchte.

Reihe 14. (2/4. 99.)

Nr.	Tp.	A.	V.	Sek.	1 T.	2 T.	3 T.	4 T.	
1	—	—	—	**0**	?	+	+	+	
2	—	—	—	**0**	?	+	+	+	
3	**30°**	35	50—52	**20**	—	—	—	—	
4	„	„	52	**40**	—	—	—	—	Alter
5	„	„	51	**60**	—	—	—	—	ca. 6
6	„	„	51—52	**80**	—	—	—	—	Stunden
7	„	„	51—52	**100**	—	—	—	—	
8	„	„	51—52	**120**	—	—	—	—	
9	„	„	51—53	**140**	—	—	—	—	
10	**30°**	35	51—52	**100**	s	+	+	+	
11	„	„	50—53	**140**	—	—	—	—	
12	„	„	50—53	**180**	—	s	+	+	Alter
13	„	„	49—51	**220**	—	—	s	+	ca. 56
14	„	„	50—53	**260**	—	—	—	—	Stunden
15	„	„	49—52	**300**	—	—	—	—	
16	„	„	48—53	**340**	—	—	—	—	

Nr. 1—9 von ca. 6 Stunden alter, noch klarer Bouillonkultur abgesetzt.

Nr. 10—16 von ca. 56 Stunden alter, stark unklarer Bouillonkultur.

Der Einfluss des Alters scheint wieder unverkennbar; durch nähere Betrachtung zeigt es sich aber doch, dass diese Reihe nur wenig überzeugend in dieser Hinsicht ist, denn die 6 Stunden alte Kultur ist (aus unbekanntem Grund) schon vor der Beleuchtung sehr schwach gewesen, seitdem die Kontrolltropfen noch nach 24 Stunden kaum sichtbares Wachstum aufwiesen, und weil die Kultur schon nach einer 20 Sek. dauernden Beleuchtung steril war, was ganz anomal ist (vergl. z. B. die folgende Reihe).

Reihe 15. (3/4. 99.)

Nr.	Tp.	A.	V	Sek.	1 T.	2 T.	3 T.	4 T.
1	—	—	—	**0**	+	+	+	+
2	—	—	—	**0**	+	+	+	+
3	—	—	—	**0**	+	+	+	+
4	**30°**	35	50	**5**	+	+	+	+
5	**29°**	„	50	**10**	—	+	+	+
6	„	„	51	**15**	—	s	+	+
7	„	„	51	**20**	—	+	+	+
8	„	„	51—52	**40**	—	s	+	+
9	„	„	51—52	**60**	—	+	+	+
10	**20°**	35	50	**2**	+	+	+	+
11	„	„	50	**5**	+	+	+	+
12	„	„	51	**10**	+	+	+	+
13	„	„	50	**15**	+	+	+	+
14	„	„	50	**20**	+	+	+	+
15	„	„	50—51	**40**	—	+	+	+
16	„	„	51	**60**	—	—	—	—

Nr. 1—16 von einer 6 Stunden alten Bouillonkultur.

In dieser Reihe ist die Dauer der Beleuchtung, wie in den meisten der vorhergehenden Reihen, unglücklich gewählt worden, so dass die Abtötungsgrenze nicht deutlich zum Vorschein kommt. Von der nächstfolgenden Versuchsreihe an bin ich, auf Basis von den in den Reihen 1—15 gemachten Erfahrungen, glücklicher gewesen in dieser Hinsicht.

Reihe 16. ($^{15}/_{4}$. 99.)

Nr.	Tp.	A.	V,	Sek.	1 T.	2 T.	3 T.	5 T.	6 T.
1	**30°**	34	50	**5**	—	?	+	+	+
2	„	35	50	**10**	—	?	+	+	+
3	„	„	51	**15**	—	—	+	+	+
4	„	„	50	**20**	—	—	+	+	+
5	„	„	51	**25**	—	—	+	+	+
6	„	„	50	**30**	—	—	—	—	—
7	„	„	50—51	**60**	—	—	s	s	+
8	„	„	50—52	**120**	—	—	—	—	—
9	„	„	50—52	**180**	—	—	—	—	—
10	„	„	50—52	**240**	—	—	—	—	—
11	„	„	49—53	**300**	—	—	—	—	—
12	**20°**	35	50	**5**	—	—	?	?	+
13	„	„	50	**10**	—	—	+	+	+
14	„	„	50	**15**	—	—	+	+	+
15	„	„	51	**20**	—	—	—	—	—
16	„	„	50	**25**	—	—	s	s	+
17	„	„	50—51	**30**	—	—	—	—	—
18	„	„	51—52	**60**	—	—	s	+	+
19	„	„	50—51	**120**	—	—	—	—	—
20	„	„	48—51	**180**	—	—	—	—	—
21	„	„	48—51	**240**	—	—	—	—	—
22	„	„	47—51	**300**	—	—	—	—	—
23	—	—	—	**0**	+	+	+	+	+
24	—	—	—	**0**	+	+	+	+	+
25	—	—	—	**0**	+	+	+	+	+

Alter ca. 8 Stunden.

Nr. 1—25 von ca. 8 Stunden alter, deutlich unklarer Kultur nach Verdünnung mit gleichen Teilen Bouillon, so dass die Mischung, von welcher die Tropfen genommen wurden, fast vollständig klar war.

Da ich nicht notiert habe, wie lange Zeit zwischen der Verdünnung und der Beleuchtung vergangen ist, ist es unklar, ob die Kultur als 8 Stunden alt oder als ganz frisch anzunehmen ist.

Reihe 17. ($^{28}/_{4}$. 99.)

Nr.	Tp.	A.	V.	Sek.	1 T.	2 T.	3 T.
1	**30°**	35	51	**5**	—	?	+
2	„	„	51	**10**	—	—	—
3	„	„	50—51	**20**	?	+	+
4	„	„	51	**30**	—	+	+
5	„	„	51—52	**40**	—	+	+
6	„	„	50	**50**	—	+	+
7	„	„	50—51	**60**	—	+	+
8	„	„	49—51	**120**	—	—	—
9	**25°**	35	51	**5**	?	+	+
10	„	„	51	**10**	?	+	+
11	„	„	51	**20**	—	+	+
12	„	„	51	**30**	s	+	+
13	„	„	50	**40**	—	+	+
14	„	„	51	**50**	s	+	+
15	„	„	50—51	**60**	—	+	+
16	„	„	49—51	**120**	—	—	—
17	**35°**	35	50	**5**	+	+	+
18	„	„	50	**10**	+	+	+
19	„	„	50	**20**	+	+	+
20	„	„	50—51	**30**	—	+	+
21	„	„	50	**40**	s	+	+
22	„	„	50	**50**	s	+	+
23	„	„	50—51	**60**	s	+	+
24	—	—	—	**0**	+	+	+
25	—	—	—	**0**	+	+	+

Alter ca. 8½ Stunden.

Nr. 1—25: Von 24 Stunden alter Kultur werden 8 und 9 Stunden vor dem Beginn der Versuche 2 Platinösen (*sonst nur 1*) in 2cm³ steriler Bouillon geimpft; von diesem werden die Tropfen unmittelbar vor dem Beginn der Versuche genommen.

Von Nr. 8 und 16 wird am 3. Tag mit steriler Bouillon geimpft; dieselbe bleibt steril.

Reihe 18. ($^2/_5$. 99.)

Nr.	Tp.	A.	V.	Sek.	14 St.	22 St.	30 St.	4 T.	5 T.	
1	**30°**	—	—	**0**	+	+	+	+	+	Alter 7 Stunden.
2	„	35	50	**1**	+	+	+	+	+	
3	„	„	50	**10**	—	s	s	+	+	
4	„	„	52	**20**	—	s	s	s	s	
5	„	„	51—52	**40**	—	—	s	s	s	
6	„	„	51—52	**60**	—	—	?	?	+	
7	„	„	50—52	**90**	—	—	s	s	s	
8	„	„	49—52	**120**	—	—	—	—	—	
9	„	„	48—51	**150**	—	—	—	s	s	
10	„	35—36	47—51	**180**	—	—	—	—	—	
11	**30°**	—	—	**0**	+	+	+	+	+	Alter 5 Stunden.
12	„	—	—	**0**	+	+	+	+	+	
13	„	35	50	**ca. 0,1**	+	+	+	+	+	
14	„	„	50	**1**	+	+	+	+	+	
15	„	„	50	**5**	—	+	+	+	+	
16	„	„	50	**10**	—	+	+	+	+	
17	„	„	50—51	**20**	—	+	+	+	+	
18	„	„	50	**40**	—	—	—	—	—	
19	„	„	50—52	**60**	—	s	+	+	+	
20	„	„	50—51	**90**	—	—	—	—	—	
21	„	„	49—52	**120**	—	—	—	—	—	
22	„	„	48—51	**150**	—	—	—	—	—	
23	„	„	50—53	**180**	—	—	—	—	—	

Nr. 1—10 von einer Kultur, die um 1½ Uhr angelegt wurde, *Nr. 11—23* um 4 Uhr. Die Beleuchtung begann um 8¼, vollendet um 9½. Die Reihenfolge der Versuche: 1, 2, 3, 11, 12, 13, 14, 15, 4, 17, 5, 18 etc. Beide Kulturen sind von einer und derselben Kultur gesät; diese war damals 24 Stunden alt. Thermostat 22°.

Kultur 1—10 ist also etwas über 7 Stunden alt, Kultur 11—23 ca. 5 Stunden alt. Von Nr. 8, 10, 20—23 wird am 5. Tag in sterile Bouillon geimpft; diese blieb steril.

Reihe 19. ($^6/_5$. 99.)

Nr.	Tp.	A.	V.	Sek.	16 St.	22 St.	2 T.	
1	**30°**	35	50	**1**	+	+	+	Verdünnung 1 Ö / 2 cm³
2	„	„	50	**2**	+	+	+	
3	„	„	51	**3**	+	+	+	
4	„	„	52	**4**	+	+	+	
5	„	„	50	**5**	+	+	+	
6	„	„	50	**60**	?	+	+	
7	„	„	51—52	**120**	—	+	+	
8	„	„	50—51	**180**	—	+	+	
9	**30°**	35	50	**1**	+	+	+	Verdünnung 3 Ö / 2 cm³
10	„	„	50	**2**	+	+	+	
11	„	„	51	**4**	+	+	+	
12	„	„	50	**5**	+	+	+	
13	„	„	52	**60**	+	+	+	
14	„	„	51—52	**120**	—	+	+	
15	„	„	50—52	**180**	—	—	—	
16	**30°**	35	50	**1**	+	+	+	Verdünnung 12 Ö / 2 cm³
17	„	„	50	**2**	+	+	+	
18	„	„	51	**3**	+	+	+	
19	„	„	51	**4**	+	+	+	
20	„	„	50	**5**	?	+	+	
21	„	„	50—52	**60**	—	+	+	
22	„	„	50—51	**120**	—	+	+	
23	„	„	50—51	**185**	—	—	—	
24	**30°**	—	—	**0**	+	+	+	
25	„	—	—	**0**	+	+	+	

Nr. 15 zeigt sich auch nach Impfung steril. — *Nr. 1—8:* 1 Öse von einer achttägigen Kultur, die schon anfing, an der Oberfläche rot zu werden (Zimmertemp.), wird in 2 cm³ steriler Bouillon übergeführt, wovon, nach Schütteln, die Tropfen sofort abgesetzt und beleuchtet werden. — *Nr. 9—15:* 3 Ösen, übrigens dito. — *Nr. 16—25:* 12 Ösen, übrigens dito. — *Nr. 24—25* werden 3 Min. in 30° Wasser ohne Beleuchtung angebracht. Versuchsordnung: 1, 9, 16, 2, 10, 17 etc.

Die sichere Abtötungsgrenze wurde nicht erreicht.

Reihe 20. ($^{14}/_{5}$. 99.)

Nr.	Tp.	A.	V.	Sek.	14 St.	19 St.	24 St.	44 St.	3 T.	5 T.	
1	**30°**	—	—	**0**	+	+	+	+	+	+	2 Stunden.
2	„	35	50	**10**	+	+	+	+	+	+	
3	„	„	50	**30**	+	+	+	+	+	+	
4	„	„	50—51	**60**	—	s	s	+	+	+	
5	„	„	50—51	**120**	—	—	—	—	—	—	
6	„	„	49—52	**180**	—	—	—	—	—	—	
7	**30°**	—	—	**0**	+	+	+	+	+	+	6 Stunden.
8	„	35	50	**10**	+	+	+	+	+	+	
9	„	„	51—52	**30**	?	+	+	+	+	+	
10	„	„	51—53	**60**	—	?	+	+	+	+	
11	„	„	50—53	**120**	—	—	—	—	—	—	
12	„	„	50—52	**180**	—	—	—	—	—	—	
13	**30°**	—	—	**0**	+	+	+	+	+	+	1 bis 2 Monat.
14	„	35	50	**10**	+	+	+	+	+	+	
15	„	„	51—52	**30**	+	+	+	+	+	+	
16	„	„	51—53	**60**	—	+	+	+	+	+	
17	„	„	50—53	**120**	—	—	—	+	+	+	
18	„	„	50—52	**180**	—	—	—	+	+	+	
19	„	„	47—50	**240**	—	—	—	—	—	—	
20	„	„	48—51	**300**	—	—	—	—	—	—	
21	„	„	49—52	**360**	—	—	—	—	—	—	

Nr. 1—6: ca. 2 St. alte Kultur, von 24 St. alter Kultur gesät (2 Ösen). Beim Anfang der Versuche klar.

Nr. 7—12: ca. 6 St. alte Kultur, 2 Ösen gesät von derselben Kultur wie 1—6. Beim Anfang der Versuche leicht trübe.

Nr. 13—21: von einer 1 bis 2 Monat alten Kultur, welche lebhaft rot mit Bodensatz, über welchem klare Flüssigkeit; letztere wird dekantiert und der Bodensatz in 2^{cm3} steriler Bouillon übergeführt, welche danach nicht deutlich trübe erschien; hiervon wurden die Tropfen genommen.

8—12 und 14—21 wurden paarweise nebeneinander beleuchtet (8 neben 14, 9 neben 15, 10 neben 16 etc.).

In folgender Versuchsreihe (Reihe 21) wird teils die Untersuchung über den Einfluss des Alters der Kultur fortgesetzt, indem Kulturen, mit dem Alter bez. 4—5 Tage, 11 Stunden und 4 Stunden beleuchtet werden; teils wird die in Reihe 19 angefangene Untersuchung über den Einfluss der Zahl der Bakterien per Raumeinheit fortgesetzt. Man konnte nämlich a priori die Möglichkeit nicht ausschliessen, dass die grössere Widerstandsfähigkeit älterer Kulturen ihren Grund in dem Umstande haben konnte, dass die Bakterien in diesen so zahlreich waren, dass sie einander beschatteten. Es wurden deshalb zwei Verdünnungen von einer und derselben Kultur hergestellt, so dass die eine (Nr. 20—24) ca. 25 mal so viel Bakterien per Kubikmillimeter enthalten musste als die andere (Nr. 15—19); weiter wurden die zwei älteren Kulturen (Nr. 1—14) so stark verdünnt, dass sie fürs blosse Auge vollständig klar erschienen.

Von Reihe 21 an werden gleichzeitig mehrere gleichwertige Tropfen nebeneinander auf denselben Deckquarz gesetzt.

Reihe 21. ($^{23}/_{5}$. 99.)

Nr.	Tp.	A.	V.	Sek.	12 St.	16 St.	19 St.	22 St.	41 St.	46 St.	66 St.	4 T.	
1	30°	—	—	0	+ / +	+ / +	+ / +	+ / +	+ / +	+ / +	+ / +	+ / +	Alter 4—5 Tage.
2	„	35	50—52	60	− / −	+ / +	+ / +	+ / +	+ / +	+ / +	+ / +	+ / +	
3	„	„	51—53	120	− / −	? / ?	+ / +	+ / +	+ / +	+ / +	+ / +	+ / +	
4	„	„	51—53	180	− / −	− / ?	+ / +	+ / +	+ / +	+ / +	+ / +	+ / +	
5	„	„	51—52	240	− / −	− / −	s / s	+ / s	+ / +	+ / +	+ / +	+ / +	
6	„	„	51—53	300	− / −	− / −	− / −	− / −	− / −	− / −	+ / −	+ / −	
7	30°	—	—	0	+ / +	+ / +	+ / +	+ / +	+ / +	+ / +	+ / +	+ / +	Alter 11 Stunden.
8	„	35	50	20	− / −	+ / +	+ / +	+ / +	+ / +	+ / +	+ / +	+ / +	
9	„	„	52	40	− / −	− / −	− / −	+ / +	+ / +	+ / +	+ / +	+ / +	
10	„	„	= 2	60	− / −	− / −	s / s	+ / +	+ / +	+ / +	+ / +	+ / +	
11	„	„	= 3	120	− / −	− / −	+ / +	+ / +	+ / +	+ / +	+ / +	+ / +	
12	„	„	= 4	180	− / −	− / −	+ / +	+ / +	+ / +	+ / +	+ / +	+ / +	
13	„	„	= 5	240	− / −	− / −	− / −	− / −	− / −	− / −	− / −	− / −	
14	„	„	= 6	300	− / −	− / −	− / −	s / −	+ / −	+ / −	+ / −	+ / −	
15	30°	—	—	0	+ / +	+ / +	+ / +	+ / +	+ / +	+ / +	+ / +	+ / +	Alter 4 Stunden. Verdünnung 1 Ö / 2 cm³
16	„	35	51	30	− / −	− / −	+ / s	+ / +	+ / +	+ / +	+ / +	+ / +	
17	„	„	50—51	60	− / −	− / −	+ / s	+ / +	+ / +	+ / +	+ / +	+ / +	
18	„	„	51—52	120	− / −	− / −	− / −	− / −	− / −	− / −	− / −	− / −	
19	„	„	49·5-51·5	240	− / −	− / −	− / −	− / −	− / −	− / −	− / −	− / −	
20	30°	—	—	0	+ / +	+ / +	+ / +	+ / +	+ / +	+ / +	+ / +	+ / +	Alter 4 Stunden. Verdünnung 25 Ö / 2 cm³
21	„	35	= 16	30	− / −	− / −	s / s	s / s	+ / +	+ / +	+ / +	+ / +	
22	„	„	= 17	60	− / −	− / −	− / −	? / ?	+ / +	+ / +	+ / +	+ / +	
23	„	„	= 18	120	− / −	− / −	− / −	− / −	− / −	− / −	− / −	− / −	
24	„	„	= 19	240	− / −	− / −	− / −	− / −	− / −	− / −	− / −	− / −	

Nr. 1—24: Es werden zwei Tropfen von derselben Art auf jeden Deckquarz abgesetzt.

Nr. 1—6: Von einer 4 bis 5 Tage alten, diffus roten Bouillonkultur wird mit kleiner steriler Pipette 0.04 cm³ abgemessen und in 2.0 cm³ steriler Bouillon übergeführt, welche danach für das blosse Auge unverändert klar erscheint. Beleuchtung sobald wie möglich danach.

Nr. 7—14: Von derselben Stammkultur wie 1—6, wird 11 St. vor dem Versuch eine Öse in 2.0 steriler Bouillon übergeführt. Von dieser 11 St. alten, eben trüben Bouillon wird unmittelbar vor dem Versuch 0.04 cm³ in 2.0 Bouillon übergeführt, welche dadurch ihr klares Aussehen nicht verlor. Hiervon werden die Tropfen abgesetzt und sofort beleuchtet.

Nr. 15—24: Als die besprochene 11 St. alte Kultur 7 St. alt war, wurde von ihr eine Öse in Glas A (mit 2.0 steriler Bouillon), und 25 Ösen in Glas B (ebenfalls mit 2.0 Bouillon) geimpft.

Nr. 15—19 sind beim Anfang der Versuche von Glas A abgesetzt, als die Kultur derselben 4 St. alt war.

Nr. 20—24 sind von Glas B abgesetzt auf ganz ähnliche Weise.

Sämtliche Kulturen, wovon 1—24 abgesetzt wurden, waren, als die Beleuchtung stattfand, vollständig klar; 16 St. später waren sie alle gleichmässig getrübt.

Reihe 22.

Nr.	Tp.	A.	V.	Sek.	12 St.	19 St.
1	**15°**	35	49	**30**	—	s
2	„	„	52	**40**	— —	s s
3	„	„	51	**50**	— —	s —
4	„	35 (38)	53 (49)	**60**	— —	— —
5	„	35	51—52	**70**	— —	— —
6	„	„	52—53	**80**	— —	— —
7	„	„	52—53	**90**	— —	— ?
8	„	„	51 53	**100**	— —	— —
9	„	„	50—52	**110**	— —	— —
10	„	„	50—53	**120**	— —	— —
11	„	„	51—53	**135**	— —	— —
12	„	„	40—51	**150**	— —	— —
13	**35°**	35	51	**30**	—	s
14	„	„	50	**40**	— —	s s
15	„	„	51	**50**	— —	— —
16	„	„	50—51	**60**	— —	— —
17	„	„	50—51	**70**	— —	— —
18	„	„	50—51	**80**	— —	— —
19	„	„	49—51	**90**	— —	— —
20	„	„	50—52	**100**	— —	— —
21	„	„	50—53	**110**	— —	— —
22	„	„	50—52	**120**	— —	— —
23	„	„	51—52	**135**	— —	— —
24	„	„	51—53	**150**	— —	— —
25	**35°**	—	—	**0**	+ +	+ +

Nr. 4. In den letzten 5 Sek. 38 A. und 49 V.
Nr. 1—25: Von 6 St. alter eben trüber Bouillonkultur wird 6 St. vor dem Beginn der Versuche 1 Öse in 2.0 steriler Bouillon gesät; diese Bouillon wird

($^{27}/_{5}$. 99.)

25 St.	36 St.	44 St.	66 St.	80 St.	90 St.	Sek.	
s s	s s	s s	s s	s s	s s	**30**	**15°** Alter ca. 6 Stunden.
s s	s s	s s	+ +	+ +	+ +	**40**	
s s	s s	s s	+ +	+ +	+ +	**50**	
— —	— —	— —	— —	— —	— —	**60**	
— —	— s	— s	— +	— +	— +	**70**	
— —	— —	— —	— —	— —	— —	**80**	
s —	s —	s —	+ —	+ —	+ —	**90**	
— —	— —	— —	— —	— —	— —	**100**	
s s	s s	s s	+ +	+ +	+ +	**110**	
— s	— s	— s	— +	— +	— +	**120**	
— —	— —	— —	— —	— —	— —	**135**	
— —	— —	— —	— —	— —	— —	**150**	
s s	s s	s s	s s	s s	s s	**30**	**35°** Alter ca. 6 Stunden.
— —	— —	— —	— —	— —	— —	**40**	
— —	— —	— —	— —	— —	— —	**50**	
— —	— —	— —	— —	— —	— —	**60**	
— —	— —	— —	— —	— —	— —	**70**	
— —	— —	— —	— —	— —	— —	**80**	
s —	s —	s —	s —	s —	s —	**90**	
— —	— —	— —	— —	— —	— —	**100**	
— —	— —	— —	— —	— —	— —	**110**	
— —	— —	— —	— —	— —	— —	**120**	
— —	— —	— —	— —	— —	— —	**135**	
s —	s —	s —	+ —	+ —	+ —	**150**	
— —	— —	— —	— —	— —	— —	**0**	
— —	— —	— —	— —	— —	— —		
+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +		
+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +		

bei 22° hingestellt. Von dieser 6 St. alten Kultur werden 4 Tropfen auf jeden Deckquarz gesetzt, mit Ausnahme von 1 und 13, wo nur 3 abgesetzt werden.
Nr. 18 und 22 waren erst nach 90 Stunden deutlich rot.

Reihe 23.

Nr.	Tp.	A.	V.	Sek.	11 St.	17 St.	20 St.
1	18⁰	35	52	30	— — / — —	— s / — —	— s / — —
2	19⁰	„	52	40	— — / — —	— — / — —	— — / — —
3	18.5⁰	„	50—52	50	— — / — —	— — / — —	— — / — —
4	18⁰	„	52—54	60	— — / — —	— — / — —	s — / — —
5	„	„	50—51	70	— — / — —	— — / — —	— — / — —
6	„	„	50—51	80	— — / — —	— — / — —	— — / — —
7	„	„	51	90	— — / — —	— — / — —	— — / — —
8	„	„	51—52	100	— — / — —	— — / — —	— — / — —
9	„	„	51	110	— — / — —	— — / — —	— — / — —
10	„	„	50—51	120	— — / — —	— — / — —	— — / — —
11	„	„	51—52	150	— — / — —	— — / — —	— — / — —
12	36⁰	„	50	20	— — / — —	s — / — —	s — / — —
13	36.5⁰	„	50—51	30	— — / — —	s — / — —	s — / — —
14	„	„	50—51	40	— — / — —	— — / — —	— — / — —
15	36⁰	„	51	50	— — / — —	— — / — —	— — / — —
16	36.5⁰	„	51	60	— — / — —	— — / — —	— — / — —
17	36⁰	„	51—53	70	— — / — —	— — / — —	— — / — —
18	„	„	51—52	80	— — / — —	— — / — —	— — / — —
19	„	„	50—54	90	— — / — —	— — / — —	— — / — —
20	„	„	50—54	100	— — / — —	— — / — —	— — / — —
21	„	„	50—53	110	— — / — —	— — / — —	— — / — —
22	„	„	50—54	120	— — / — —	— — / — —	— — / — —
23	„	—	—	0	+ + / + +	+ + / + +	+ + / + +

Von einer 24 St. alten Bouillonkultur wird 5 St. vor dem Anfang der Versuche 1 Öse in 2.0 Bouillon gesät; diese letztere Kultur, von welcher die Tropfen unmittelbar vor dem Versuche abgesetzt werden, hat bei 28⁰ (d. h. die Zimmertemperatur) gestanden. Die Beleuchtung begann um 8^{45}, wurde um 9^{45} beendigt und wurde in Nummerordnung vorgenommen (12—23 also eine halbe bis ganze Stunde älter als 1—11 im Moment, wo sie beleuchtet wurden).

($^{6}/_{7}$. 99.)

23 St.	35 St.	42 St.	47 St.	3 T.	4 T.	5 T.	Sek.	
s s / — s	s s / s s	s s / s s	s s / s s	s s / s s	s s / s s	s s / s s	30	18⁰. Alter ca. $5^{1}/_{4}$ St.
— — / — —	— s / — —	— s / — —	— s / — —	— s / — —	— s / — —	— + / — —	40	
s — / — —	s — / — —	s s / — —	s s / — —	s s / — —	s s / — —	+ + / — —	50	
— — / s —	— s / s —	s s / s —	s s / s —	s s / s s	s s / s s	s s / s s	60	
— — / — —	s — / — —	s — / — —	s — / — —	s — / — —	s — / — —	s — / — —	70	
— s / — —	— s / — —	— s / — —	— s / — —	— s / — —	— s / — —	— s / — —	80	
— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — s	— s / — —	90	
— — / — —	— — / — —	— — / s —	s — / — —	s — / — —	s — / — —	s — / — —	100	
— s / — —	— s / — —	— s / — —	— s / — —	— s / — —	— s / — —	— s / — —	110	
— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	120	
— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	150	
s s / s s	s s / s s	s s / s s	s s / s s	s s / s s	s s / s s	s s / s s	20	36⁰. Alter ca. $5^{3}/_{4}$ St.
s s / s —	s s / s —	s s / s —	s s / s —	s s / s —	s s / s —	s s / s —	30	
— — / — —	— — / — —	s — / — —	s — / — —	s — / — —	s — / — —	s — / — —	40	
— — / — —	— — / — —	— — / — s	— s / — —	— s / — —	— s / — —	— s / — —	50	
— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	60	
— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	70	
— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	80	
— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	90	
— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	100	
— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	110	
— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	120	
+ + / + +	+ + / + +	+ + / + +	+ + / + +	+ + / + +	+ + / + +	+ + / + +	0	

Nr. 23 wurde 30 Sek. in Wasser von 36⁰ ohne Beleuchtung angebracht. 4 Tropfen auf jeden Deckquarz.

Die Temperatur war nur wenig unter 18⁰ zu bringen, ohne dass das Quarzfenster betaut wurde wegen der Feuchtigkeit der Atmosphäre.

Reihe 24.

Nr.	Tp.	A.	V.	Sek.	11 St.	17 St.
1	**16.5°**	35	50	**1**	− − − −	+ + + +
2	„	„	51	**2**	− − − −	+ + + +
3	„	„	50	**3**	− − − −	+ + + +
4	„	„	50	**5**	− − − −	− − − −
5	„	„	51	**7**	− − − −	− − − −
6	„	35—36.5	50—51	**9**	− − − −	− − − −
7	„	35	51	**11**	− − − −	− − − −
8	„	„	51	**13**	− − − −	− − − −
9	„	„	50	**15**	− − − −	− − − −
10	„	„	51—53	**50**	− − − −	− − − −
11	„	„	51	**60**	− − − −	− − − −
12	„	„	49—52	**70**	− − − −	− − − −
13	**36°**	35	50	**1**	− − − −	+ + + +
14	„	„	52	**2**	− − − −	? ? s s
15	„	„	51	**3**	− − − −	? ? ? ?
16	„	„	51	**5**	− − − −	− − − −
17	„	35—34	53	**7**	− − − −	− − − −
18	„	35	51	**9**	− − − −	− − − −
19	„	„	51	**11**	− − − −	− − − −
20	„	„	51	**13**	− − − −	− − − −
21	„	„	50	**15**	− − − −	− − − −
22	„	„	51	**50**	− − − −	− − − −
23	„	„	51	**60**	− − − −	− − − −
24	„	34—35	51—53	**70**	− − − −	− − − −
25	**36°**	—	—	**0**	+ + + +	+ + + +

Nr. 1—25: Von 24 St. alter Bouillonkultur wird 1 Öse in 2.0 Bouillon 3 St. vor dem Beginn der Versuche gesät.

(10/7. 99.)

23 St.	38 St.	41 St.	45 St.	65 St.	Sek.	
+ + + +	+ + + +	+ + + +	+ + + +	+ + + +	**1**	**16°** Alter ca. 3 Stunden.
+ + + +	+ + + +	+ + + +	+ + + +	+ + + +	**2**	
+ r + +	+ + + +	+ + + +	+ + + +	+ + + +	**3**	
+ + + +	+ + + +	+ + + +	+ + + +	+ + + +	**5**	
? ? + +	+ + + +	+ + + +	+ + + +	+ + + +	**7**	
− − + −	+ + + +	+ + + +	+ + + +	+ + + +	**9**	
− − ? ?	− − + +	+ − + +	+ − + +	+ − + +	**11**	
− − ? ?	s ? + +	s − + +	s + + +	+ + + +	**13**	
− − + ?	? − + s	+ − + s	+ − + s	+ − + +	**15**	
− − − −	− + + −	− + + −	− + + −	− + + −	**50**	
− − − −	? − − −	+ − − −	+ − ? −	+ − + −	**60**	
− − − −	− − − −	− − − −	− − − −	− − − −	**70**	
+ + + +	+ + + +	+ + + +	+ + + +	+ + + +	**1**	**36°** Alter ca. 3 1/2 Stunden.
+ + + +	+ + + +	+ + + +	+ + + +	+ + + +	**2**	
+ + + +	+ + + +	+ + + +	+ + + +	+ + + +	**3**	
+ + ? +	+ + s +	+ + s +	+ + s +	+ + s +	**5**	
+ ? + +	+ s + +	+ s + +	+ s + +	+ s + +	**7**	
? ? ? ?	+ + s +	+ + s +	+ + + +	+ + + +	**9**	
− − − −	+ + + −	+ + + −	+ + + −	+ + + −	**11**	
− + − −	− + − +	+ + − +	+ + − +	+ + − +	**13**	
− + − −	− + s −	− + s −	− + s −	− + + −	**15**	
− − − −	− s − −	− s − −	− + − −	− + − −	**50**	
− − − −	− − − −	− − − −	− − − −	− − − −	**60**	
− − − −	− − − −	− − − −	− − − −	− − − −	**70**	
+ + + +	+ + + +	+ + + +	+ + + +	+ + + +	**0**	

4 Tropfen auf jedem Quarz.
Nach der Beleuchtung werden die Tropfen in nicht erwärmtem Thermostat gestellt.

Reihe 25 *(verunreinigte Kultur).* ($^{12}/_{7}$. 99.)

Nr.	Tp.	A.	V.	Sek.	13 St.	17 St.	22 St.	37 St.	39 St.	46 St.	3 T.	4 T.	Sek.	
1	**36°**	35	50—51	**20**	− −	? −	s −	s −	s −	+ −	+ −	+ −	**20**	
2	„	„	51	**30**	− −	s −	s s	s s	s s	+ s	+ s	+ s	**30**	
3	„	„	50	**40**	− −	− −	− −	− −	− −	− −	− −	− −	**40**	
4	„	„	50	**50**	− −	− −	− −	+ s	+ s	+ s	+ s	+ s	**50**	
5	„	„	51—52	**60**	− −	− −	− −	− −	− −	− −	− −	− −	**60**	**36°**
6	„	„	51—52	**70**	− −	− −	− −	− +	− +	− +	− +	− +	**70**	Alter
7	„	„	50—51	**80**	− −	− −	− −	− +	− +	− +	− +	− +	**80**	$3^1/_2$
8	„	„	51—53	**90**	− −	− −	− −	− −	− −	− −	− −	− −	**90**	Stunden.
9	„	„	51—53	**100**	− −	− −	− −	− −	− −	− −	− −	− −	**100**	
10	„	„	51—53	**110**	− −	− −	− −	− −	− −	− −	− −	− −	**110**	
11	**26°**	35	50	**20**	− −	+ ?	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	**20**	
12	„	„	52	**30**	− −	? −	+ −	+ −	+ −	+ −	+ −	+ −	**30**	
13	„	„	53	**40**	− −	− −	− −	− −	+ −	+ +	+ +	+ +	**40**	
14	„	„	51—52	**50**	− −	− −	− −	− −	− +	− +	− +	− +	**50**	**26°**
15	„	„	51—53	**60**	− −	− −	− −	− −	− −	− −	− −	− −	**60**	Alter
16	„	„	50—53	**70**	− −	− −	− −	− −	− −	− −	− −	− −	**70**	*4*
														Stunden.
17	„	„	50—52	**80**	− −	− −	− −	− −	− −	− −	− −	− −	**80**	
18	„	„	50—52	**90**	− −	− −	− −	− −	− −	− −	− −	− −	**90**	
19	„	„	51—52	**100**	− −	− −	− −	− −	− −	− −	− −	− −	**100**	
20	„	„	52 − 53	**110**	− −	− −	− −	− −	+ −	+ −	+ −	+ −	**110**	
21	**16.5°**	35	51—53	**20**	− −	+ −	+ −	+ −	+ −	+ −	+ −	+ −	**20**	
22	„	„	50—51	**30**	− −	− −	− −	s −	+ −	+ −	+ −	+ −	**30**	
23	„	„	52	**40**	− −	− −	− −	− −	− −	− −	− −	− −	**40**	
24	„	„	50	**50**	− −	− −	− −	− −	− −	− −	− −	− −	**50**	
25	„	„	50—51	**60**	− −	− −	− −	− −	− −	− −	− −	− −	**60**	**16°**
26	„	„	50—51	**70**	− −	− −	− −	− −	− −	− −	− −	− −	**70**	Alter
27	„	„	50—52	**80**	− −	− −	− −	− −	− −	− −	− −	− −	**80**	5
28	„	„	49—52	**90**	− −	− −	− −	− −	− −	− −	− −	− −	**90**	Stunden.
29	„	„	50	**100**	− −	− −	− −	− −	− −	− −	− −	− −	**100**	
30	„	„	50—51	**110**	− −	− −	− −	− −	− −	− −	− −	− −	**110**	
31	**36°**	—	—	**0**	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	**0**	

Nr. 1—31: Von 28 St. alter Bouillonkultur wird um 6 Uhr (d. h. $3^1/_2$ St. vor dem Anfang der Versuche) 1 Öse in 2.0 Bouillon gesät, wovon die Tropfen, 4 auf jeden Quarz, um 9—$9^1/_2$ abgesetzt werden. Erst wird Präparat 1, dann 31, dann 2, dann 30 etc. fertig gemacht. Beleuchtung in Nummerordnung, angefangen um $9^1/_2$, beendet um 11 Uhr. Alter also $3^1/_2$—5 St.

Nr. 3: Der Anschlag in den zwei Tropfen ist durch Verunreinigung vermittelst eines kleinen Baumwollfadens verursacht.

Nr. 2: Impfung von den Tropfen überzeugt von der Sterilität derselben.

Von *Nr. 5, 6 u. 20* wird im Reagensglas mit Bouillon geimpft; die später hier aufgehende Kultur zeigt ausser Prodigiosus einen fremden Bacillus in allen drei Fällen. Die übrigen Tropfen waren bei diesem Zeitpunkte weggeworfen.

Reihe 26. ($^{14}/_{7}$. 99.)

Es wurden 64 Tropfen abgesetzt, welche, mit Ausnahme von 4 Kontrolltropfen, in 10—20 Sek. beleuchtet wurden. Alle blieben steril und es stellte sich heraus, dass die Tropfen irrtümlicherweise von *steriler* Bouillon genommen waren.

Reihe 27. ($^{17}/_{7}$. 99.)

Nr.	Tp.	A.	V.	Sek.	14 St.	20 St.	40 St.	3 T.	4 T.	5 T.	Sek.	
1	30°	35—36	51—52	30	s + / − −	s + / s −	s + / + +	+ + / + +	+ + / + +	+ + / + +	30	A¹ Alter 13 3/4 Stunden.
2	„	35	52—53	60	− − / − −	+ s / − s	+ + / + +	+ + / + +	+ + / + +	+ + / + +	60	
3	„	„	50—52	120	− − / − −	− − / − s	− − / − +	− − / − +	− − / − +	− − / − +	120	
4	„	„	50—54	180	− − / − −	s − / − −	+ − / + −	+ − / + −	+ − / + −	+ − / + −	180	
5	„	„	50—54	240	− − / − −	s − / − −	+ − / − −	+ − / − −	+ − / − −	+ − / − −	240	
6	„	„	50—54	360	− − / − −	− − / − −	− − / − −	− − / − −	− − / − −	− − / − −	300	
7	30°	—	—	0	+ + / + +	+ + / + +	+ + / + +	+ + / + +	+ + / + +	+ + / + +	0	B Alter 6 1/4 Stunden.
8	„	35—36	51—52	30	− − / − −	s s / − s	s s / s s	s s / s s	s s / s s	s s / s s	30	
9	„	35	52—53	60	− − / − −	− s / − −	− s / s s	− s / s s	− s / s s	− s / s s	60	
10	„	„	50—54	90	− − / − −	− − / − −	− s / s −	− s / s −	− s / s −	− s / s −	90	
11	„	„	50—52	120	− − / − −	− − / − −	− − / − −	− − / − −	− − / − −	− − / − −	120	
12	„	„	50—54	180	− − / − −	− − / − −	− − / − −	− − / − −	− − / − −	− − / − −	180	
13	30°	—	—	0	+ + / + +	+ + / + +	+ + / + +	+ + / + +	+ + / + +	+ + / + +	0	C Alter 4 Stunden.
14	„	35	51	30	− − / − −	s − / s −	s − / s −	s − / s −	s − / s −	s − / s −	30	
15	„	35·5	50—53	45	− − / − −	− s / s −	− s / s −	− s / s −	− s / s −	− s / s −	45	
16	„	35	51—52	60	− − / − −	− − / − −	− − / − −	− − / − −	− − / − −	− − / − −	60	
17	„	„	50—54	90	− − / − −	− − / − −	− − / − −	− − / − −	− − / − −	− − / − −	90	
18	„	„	52—53	120	− − / − −	− − / − −	− − / − −	− − / − −	− − / − −	− − / − −	120	
19	„	35—36	50—53	150	− − / − −	− − / − −	− − / − −	− − / − −	− − / − −	− − / − −	150	

Nr. 1—19: Von einer ganz roten Kultur, am $^{14}/_{7}$. angelegt, wird $^{16}/_{7}$. 6 Uhr nachmittags 1 Öse in 2.0 Bouillon geimpft. Hiervon wird heute vorm. um 8 Uhr, da man schon einen schmalen roten Saum an der Oberfläche sieht, 1 Öse in 2.0 Bouillon (Glas A) geimpft. 3 1/2 Uhr nachm. wurden 2 Ösen von A in 2.0 Bouillon (Glas B) und 6 1/4 Uhr nachm. von A 2 Ösen in 2.0 Bouillon (Glas C) geimpft. (Die Zimmertemperatur noch 7 Uhr nachm. = 26°.)

Von B und C werden Tropfen 8 1/2—9 Uhr nachm. zu bez. Nr. 7—12 und Nr. 13—19 abgesetzt. 9 1/4 Uhr wird von A 0.06 cm³ in 2.0 Bouillon übergeführt, welche danach unverändert klar erscheint (Glas A¹). (A selbst war da schon längst trübe.) Von A¹ werden Nr. 1—6 abgesetzt. — Beleuchtung fängt an 9.30 Uhr, beendigt 10.30.

Ordnung der Beleuchtung (je 2 gleichzeitig): (1, 8), (2, 9), (3, 11), (10, 17), (4, 12), 5, 6, 14, 16, 18, 15, 19. Das Alter von A¹ ist also bei der Beleuchtung 13 1/2—14 Stunden, von B 6—6 1/2 Stunden, von C 3 3/4—4 1/4 Stunden.

Die Nummerordnung von Nr. 14—19 ist nicht ganz sicher, indem einige vielleicht während der zweiten Besichtigung umgetauscht worden sind.

Reihe 28. ($^{20}/_{7}$. 99.)

Nr.	Tp.	A.	V.	Sek.	17 St.	40 St.	3 T.	4 T.	6 T.	
1	30°	—	—	0	++ ++	++ ++	++ ++	++ ++	++ ++	C. Alter ca. $2^{3}/_{4}$ Stunden.
2	„	34,5-35,5	50—52	40	−− −−	s s s s	++ ++	++ ++	++ ++	
3	„	35	51—52	60	−− −−	s − + −	+ − + −	+ − + −	+ − + −	
4	„	„	50—52	80	−− −−	−− −−	−− −−	−− −−	−− −−	
5	„	„	50—52	100	−− −−	−− −−	−− −−	−− −−	−− −−	
6	„	„	50—53	120	−− −−	−− −−	−− −−	−− −−	−− −−	
7	„	„	51—54	180	−− −−	−− −−	−− −−	−− −−	−+ −−	
8	30°	—	—	0	++ ++	++ ++	++ ++	++ ++	++ ++	B. Alter ca. $7^{1}/_{4}$ Stunden.
9	„	34,5-35,5	51—52	60	−− −−	s − −−	s − −−	s − −−	s − −−	
10	„	35	50—52	80	−− −−	−− −−	−− −−	−− −−	−− −−	
11	„	„	50—52	100	−− −−	s − −−	+ − −−	+ − −−	+ − −−	
12	„	„	50—53	120	−− −−	−− −−	−− −−	−− −−	−− −−	
13	„	„	51—54	180	−− −−	−− −−	−− −−	−− −−	−− −−	
14	„	„	51—54	240	−− −−	−− −−	−− −−	−− −−	−− −−	
15	30°	—	—	0	++ ++	++ ++	++ ++	++ ++	++ ++	A¹. Alter ca. $12^{3}/_{4}$ Stunden.
16	„	35	50—52	60	−− −−	−+ +−	−+ +−	−+ +−	−+ +−	
17	„	„	50—52	120	−− −−	−− ++	−− ++	−− ++	−− ++	
18	„	„	50—53	180	−− −−	−− −+	−− −+	−− −+	−− −+	
19	„	„	50—54	210	−− −−	−− −−	−− −−	−− −−	−− −−	
20	„	„	49—53	240	−− −−	−+ −−	−+ −+	−+ −+	−+ −+	
21	„	„	50—54	300	−− −−	−− −−	−− −−	−− −−	−− −−	

Von einer 18 St. alten Kultur wird 8 Uhr vorm. in 2,0 Bouillon (Glas A) geimpft. Von A wird $1^{1}/_{2}$ Uhr 1 Öse in 2,0 Bouillon (Glas B) geimpft. Von A wird 6 Uhr 1 Öse in 2,0 Bouillon (Glas C) geimpft.

Nr. 1—7 von Glas C, *Nr. 8—14* von Glas B.

Von Glas A wird unmittelbar vor dem Beginn der Versuche 0,02 cm³ in 2,0 Bouillon übergeführt; diese erscheint danach unverändert klar, und hiervon werden *Nr. 15—21* abgesetzt.

Glas B war beim Beginn der Versuche deutlich trübe, Glas C noch klar. Beleuchtung fing an 8.30, beendigt 9.10.

Beleuchtungsordnung (teilweise zwei gleichzeitig): 2, (3, 9), (4, 10), (5, 11), (6, 12), (7, 13), (14, 20), 11, 17, 18, 19, 21.

Das Alter von Nr. 1—7 ist also $2^{1}/_{2}$—3 St., von Nr. 8—14 = 7—$7^{1}/_{2}$ St., von Nr. 15—21 = $12^{1}/_{2}$—13 St. bei der Beleuchtung.

Reihe 29 (50 % *Bouillon*). ($^{24}/_{7}$. 99.)

Nr.	Tp.	A.	V.	Sek.	1 T.	3 T.	4 T.	5 T.	
1	30°	35	50—52	180	−− −−	s − s −	s − s −	s − s −	Alter 13 Stunden.
2	„	„	49—52	210	−− −−	s − −−	s − −−	s − −−	
3	„	„	50—52	247	−− −−	−− −−	−− −−	−− −−	
4	„	„	50—52	270	−− −−	− s −−	− s −−	− s −−	
5	„	„	49—52	300	−− −−	− s −−	− s −−	− s −−	
6	30°	35	50—51	40	−− −−	s s − s	s s − s	s s − s	Alter $7^{1}/_{2}$ Stunden.
7	„	„	50—51	80	−− −−	−− −−	−− −−	−− −−	
8	„	„	50—52	100	−− −−	−− −−	−− −−	−− −−	
9	„	„	50—52	120	−− −−	s − −−	s − −−	s − −−	
10	„	„	50—52	150	−− −−	−− −−	−− −−	−− −−	
11	„	„	50—52	180	−− −−	−− −−	−− −−	−− −−	
12	„	—	—	0	? ? ? ?	++ ++	++ ++	++ ++	
13	30°	—	—	0	? ? ? ?	++ ++	++ ++	++ ++	Alter $3^{1}/_{2}$ Stunden.
14	„	35	50—51	40	−− −−	s s s s	s s s s	s s s s	
15	„	„	50	60	−− −−	s − − s	s − − s	s − − s	
16	„	„	50—51	80	−− −−	s s − s	s s − s	s s − s	
17	„	„	50—52	100	−− −−	− s −−	− s −−	− s −−	
18	„	„	50—52	120	−− −−	−− −−	−− −−	−− −−	
19	„	„	50—52	150	−− −−	−− −−	−− −−	−− −−	

In dieser Reihe ist versuchsweise eine Bouillon verwendet, die mit gleichen Teilen destillierten Wassers verdünnt ist, um eine hellere Farbe zu bekommen. *Es stellte sich aber heraus, dass die Bakterien hierin bedeutend langsamer und spärlicher auswuchsen als gewöhnlich, weswegen diese Mischung nicht weiter verwendet wurde.*

Nr. 1—5 sind beim Beginn der Beleuchtung 13 St. alt. Vor der Tropfenabsetzung wurden sie so viel verdünnt, dass sie vollständig klar blieben.

Nr. 6—12 sind $7^{1}/_{2}$ St. und *Nr. 13—19* $3^{1}/_{2}$ St. alt. Möglicherweise waren einige der mit — bezeichneten Tropfen nicht steril, denn selbst die 8 Kontrolltropfen (Nr. 12 und 13) waren so wenig trübe, dass es mit blossem Auge schwierig zu erkennen war.

Reihe 30. ($^{31}/_{7}$. 99.)

Nr.	Tp.	A.	V.	Sek.	15 St.	36 St.	3 T.	4 T.	
1	**30°**	—	—	**0**	+ + / + +	+ + / + +	+ + / + +	+ + / + +	A. Alter 4 Stunden.
2	„	35	51—52	**20**	— — / — —	s s / s s	s s / s s	s s / s s	
3	„	„	51	**40**	— — / — —	— s / s s	— s / s s	— s / s s	
4	„	„	50—51	**60**	— — / — —	— — / — s	— — / s s	— — / s s	
5	„	„	50—52	**90**	— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	
6	„	„	50—52	**120**	— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	
7	„	—	—	**0**	+ + / + +	+ + / + +	+ + / + +	+ + / + +	B. Alter 6 Stunden.
8	„	35	50—51	**20**	— — / — —	s s / s s	s s / s s	s s / s s	
9	„	„	51	**40**	— — / — —	— — / — —	— s / — s	— s / — s	
10	„	„	50—51	**60**	— — / — —	s — / — s	s — / — s	s — / — s	
11	„	„	50—52	**90**	— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	
12	„	„	50—52	**120**	— — / — —	— s / — —	— s / — —	— s / — —	
13	„	„	51—52	**60**	— — / — —	— — / s s	— — / s s	— — / s s	C. Alter $8^{1}/_{4}$ Stunden.
14	„	„	51—52	**90**	— — / — —	— — / — —	— — / s —	— — / s —	
15	„	„	51—52	**120**	— — / — —	— — / — s	— — / s —	— — / s —	
16	„	„	50—52	**160**	— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	
17	„	„	50—52	**210**	— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	
18	„	„	50—52	**270**	— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	

Von einer Kultur, die durch 4 Generationen immer umgezüchtet worden war, bevor Pigment sichtbar wurde, und welche am 31./7. 8 Uhr vorm. 8 St. alt war, werden alle Gläser A, B, C, D, E, F geimpft. In F wird 8 Uhr vorm., in E 10 Uhr, in D 12 Uhr, in C 2 Uhr nachm., in B 4 Uhr, in A 6 Uhr geimpft.

(Reihe 30 fortgesetzt)

Nr.	Tp.	A.	V.	Sek.	15 St.	36 St.	3 T.	4 T.	
19	**30°**	35	51—52	**60**	— — / — —	— s / — —	s s / s —	s s / s —	D. Alter $10^{1}/_{4}$ Stunden.
20	„	„	51—52	**90**	— — / — —	— — / — —	— s / s —	— s / s —	
21	„	„	51—52	**120**	— — / — —	— — / — —	s — / — —	s — / — —	
22	„	„	50—52	**160**	— — / — —	— — / — —	— — / — —	s — / — —	
23	„	„	50—52	**210**	— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	
24	„	„	50—52	**270**	— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	
25	„	„	50—52	**120**	— — / — —	— s / s —	s s / s —	s s / s —	E. Alter $12^{3}/_{4}$ Stunden.
26	„	„	50—52	**150**	— — / — —	— — / — —	— s / s —	— s / s —	
27	„	„	50 – 52	**180**	— — / — —	— — / — —	s — / — —	s — / — —	
28	„	„	50—52	**210**	— — / — —	— — / — —	s — / — s	s — / — s	
29	„	„	49—52	**240**	— — / — —	— — / — —	s — / — —	s — / — —	
30	„	„	50—52	**280**	— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	
31	„	„	50—52	**330**	— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	
32	„	„	50—52	**120**	— — / — —	s s / s —	s s / s —	s s / s —	F. Alter $14^{3}/_{4}$ Stunden.
33	„	„	50—52	**150**	— — / — —	— — / — s	— s / — s	— s / — s	
34	„	„	50—52	**180**	— — / — —	— — / — —	s — / — —	s — / — —	
35	„	„	50—52	**210**	— — / — —	— — / — —	— s / — —	— s / — —	
36	„	„	49—52	**240**	— — / — —	s — / — —	s — / — —	s — / — —	
37	„	„	50—52	**280**	— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	
38	„	„	50—52	**330**	— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	

Beleuchtung angefangen $9.^{45}$ nachm., beendet 11 Uhr.
Beleuchtungsordnung: (2, 8), (3, 9), (4, 10), (5, 11), (6, 12), (13, 19), (14, 20), (15, 21), (16, 22), (17, 23), (18, 24), (25, 32), (26, 33) etc.

Reihe 31. ($^4/_8$. 99.)

Nr.	Tp.	A.	V.	Sek.	1 T.	2 T.	3 T.	4 T.	
1	**44.$_5$ ^{0}**	35	50—51	**10**	— — / — —	s s / s s	s s / s s	s s / s s	**45^0** Alter 3 1/4 Stunden.
2	„	„	51	**20**	— — / — —	— s / — —	— s / — —	— s / — —	
3	„	„	51	**40**	— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	
4	„	„	51	**60**	— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	
5	„	„	51	**90**	— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	
6	„	„	51	**120**	— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	
7	„	„	50—51	**160**	— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	
8	**30^0**	„	50	**20**	— — / — —	+ — / + s	+ + / + +	+ + / + +	**30^0** Alter 3 3/4 Stunden.
9	„	„	51	**40**	— — / — —	— s / — s	— + / — +	— + / — +	
10	„	„	51	**60**	— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	
11	„	„	51	**90**	— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	
12	„	„	51—52	**120**	— — / — —	— — / — s	— — / — s	— — / — s	
13	„	„	51—52	**160**	— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	
14	**45^0**	—	—	**0**	+ + / + +	+ + / + +	+ + / + +	+ + / + +	
15	„	—	—	**0**	+ + / + +	+ + / + +	+ + / + +	+ + / + +	
16	„	—	—	**0**	+ + / + +	+ + / + +	+ + / + +	+ + / + +	

Von einer 4 1/2 St. alten Kultur wird 6.^{30} nachm. in 2.$_0$ Bouillon geimpft. Thermostat 25^0 bis 8 1/2 Uhr, als die Tropfenabsetzung anfing.

Beleuchtung angefangen 9.^{40}, beendigt 10 ^{25}. Beleuchtung in Nummerordnung.

Nr. 14 u. 15 wurden 180 Sek., Nr. 16 300 Sek. in Wasser von 45^0 gelegt, ohne Beleuchtung.

Auch für die folgenden Reihen ist der Thermostat auf 25^0 eingestellt gewesen.

Reihe 32. ($^8/_8$. 99.)

Nr.	Tp.	A.	V.	Sek.	1 T.	2 T.	3 T.	8 T.	
1	**15^0**	—	—	**0**	+ + / + +	+ + / + +	+ + / + +	+ + / + +	
2	**45^0**	—	—	**0**	+ + / + +	+ + / + +	+ + / + +	+ + / + +	
3	**45^0**	35	50	**10**	— — / — —	s — / — s	s — / — s	+ — / — +	**45^0** Alter: 3 Stunden.
4	„	„	51	**20**	— — / — —	— s / — —	— s / — —	— + / — —	
5	„	„	51	**40**	— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	
6	„	„	50	**60**	— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	
7	„	„	50—51	**90**	— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	
8	**30^0**	35	51	**20**	— — / — —	+ + / + +	+ + / + +	+ + / + +	**30^0** Alter: 3 1/4 Stunden.
9	„	„	51	**40**	— — / — —	— + / + —	— + / + —	— + / + —	
10	„	„	51	**60**	— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	
11	„	„	50—52	**90**	— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	
12	„	„	ca. 51	**120**	— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	
13	**15^0**	35	51	**20**	— — / — —	s + / + +	+ + / + +	+ + / + +	**15^0** Alter: 4 Stunden.
14	„	„	51	**40**	— — / — —	— + / — —	— + / — —	— + / — —	
15	„	„	50 – 51	**60**	— — / — —	— + / — —	— + / — —	— + / — —	
16	„	„	51—52	**90**	— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	
17	„	„	50 – 51	**120**	— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	

Von 6 1/2 St. alter Kultur (von einer 12 St. alten Kultur, die bei 25^0 ausgewachsen ist, stammend) wird 6.^{30} nachm. in 2.$_0$ Bouillon, welche bei 25^0 hingestellt wird, geimpft. Hiervon werden alle Tropfen 8.^{45} bis 9.^{30} abgesetzt. Beleuchtung angefangen 9.^{30}, beendigt 10.^{45}, in Nummerordnung vorgenommen.

Nr. 2 wurde 120 Sek. in 45^0 Wasser ohne Beleuchtung gelegt.

Reihe 33 ($^{12}/_8$. 99).

Von einer ca. 3 St. alten Kultur werden 28 Tropfen bei 45^0 in 10—60 Sek. beleuchtet, 24 Tropfen bei 30^0 in 20—120 Sek., 24 Tropfen bei 15^0 in 20 bis 120 Sek. 12 Tropfen dienten zur Kontrolle ohne Beleuchtung. Alle Präparate blieben steril mit Ausnahme eines der 4 Tropfen, die 10 Sek. Licht bei 45^0, und eines der 4, die 20 Sek. Licht bei 15^0 bekommen hatten, sowie der 12 Kontrolltropfen; aber diese letzteren wuchsen alle sehr spärlich aus, waren in den ersten 3 Tagen nur „s“, erst am 4ten Tag konfluierten die zerstreuten Wachstumscentren zu einer schwachen diffusen Trübung. Warum diese Kultur also von vornherein abgeschwächt war, weiss ich nicht.

Reihe 34. ($^{16}/_{8}$. 99.)

Nr.	Tp.	A.	V.	Sek.	1 T.	2 T.
1	**45°**	35	51	**5**	— — / — —	s s / s s
2	„	„	51	**10**	— — / — —	s s / s s
3	„	„	51	**15**	— — / — —	s s / s —
4	„	„	51·5	**20**	— — / — —	— s / s s
5	„	„	51	**30**	— — / — —	— — / — —
6	„	„	51—52	**40**	— — / — —	— — / — —
7	„	„	50—51	**60**	— — / — —	— — / — —
8	„	„	48—52	**100**	— — / — —	— — / — —
9	**30°**	35	51	**10**	s s / s —	s s / s s
10	„	„	51—52	**20**	— — / — —	s s / s s
11	„	„	51	**30**	— — / — —	s s / s s
12	„	„	51	**40**	— — / — —	— s / s s
13	„	„	51—52	**60**	— — / — —	s — / — s
14	„	„	51—52	**100**	— — / — —	— — / — —
15	„	„	51—52	**150**	— — / — —	— — / — —
16	**15°**	35	51	**10**	s s / s s	s s / s s
17	„	„	51	**20**	— — / — —	s s / s s
18	„	„	51	**30**	— — / — —	s s / s s
19	„	„	51—52	**40**	— — / — —	s s / s s
20	„	„	50—51	**60**	— — / — —	s — / — s
21	„	„	50—52	**100**	— — / — —	— — / — s
22	„	„	51—52	**150**	— — / — —	— — / — —
23	—	—	—	**0**	+ + / + +	+ + / + +
24	**45°**	—	—	**0**	+ + / + +	+ + / + +

Von einer 13½ St. alten Kultur wird 1½ nachm. in 2.0 Bouillon (Glas A) und 4.45 in 2.0 Bouillon (Glas B) geimpft.

Nr. 1—24 sind unmittelbar vor dem Beginn der Versuche von Glas B, *Nr. 25—49* ½ St. früher von Glas A abgesetzt. Beleuchtung angefangen 9.40, beendigt 11 Uhr.

Beleuchtung in Nummerordnung, aber immer zwei gleichzeitig (1 u. 25, 2 u. 26 etc.).

(fortgesetzt S. 72—73)

3 T.	4 T.	5 T.	7 T.	Sek.	
s s / s s	s s / s s	s s / s s	s s / s s	**5**	
s s / s s	s s / s s	s s / s s	s s / s s	**10**	
s s / s —	s s / s —	s s / s —	s s / s —	**15**	**45°**
— s / s s	s s / s s	s s / s s	s s / s s	**20**	Alter
— s / — s	— s / — s	— s / — s	— s / — s	**30**	5 Stunden.
— s / — —	— s / — s	— s / — s	— s / — s	**40**	
— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	**60**	
— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	**100**	
s s / s s	s s / s s	s s / s s	s s / s s	**10**	
s s / s s	s s / s s	s s / s s	s s / s s	**20**	
s s / s s	s s / s s	s s / s s	s s / s s	**30**	**30°**
— s / s s	— s / s s	— s / s s	— s / s s	**40**	Alter
s — / — s	s — / — s	s — / — s	s — / — s	**60**	5½ Stunden.
— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	**100**	
— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	**150**	
s s / s s	s s / s s	s s / s s	s s / s s	**10**	
s s / s s	s s / s s	s s / s s	s s / s s	**20**	
s s / s s	s s / s s	s s / s s	s s / s s	**30**	**15°**
s s / s s	s s / s s	s s / s s	s s / s s	**40**	Alter
s — / — s	s — / — s	s — / — s	s — / — s	**60**	6¼ Stunden.
— — / — s	— — / — s	— — / — s	— — / — s	**100**	
— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	**150**	
+ + / + +	+ + / + +	+ + / + +	+ + / + +	**0**	
+ + / + +	+ + / + +	+ + / + +	+ + / + +	**0**	

Zur Regulierung der Stromstärke wurde ein neuer Widerstand benutzt, aus 21 Glühlampen, die einzeln oder gruppenweise parallel mit dem gewöhnlichen Rheostaten zu schalten sind; hierdurch kann man die Stromstärke so genau auf 35 Ampère halten, dass der Fehler kaum $^{1}/_{10}$ Ampère übersteigt. Nur während der Beleuchtung von Nr. 8 und 32 war die Stromstärke während wenigen Sekunden 36 Amp., während die Lampe selbst regulierte.

(Reihe 34

Nr.	Tp.	A.	V.	Sek.	1 T.	2 T.
25	45°	35	51	5	s s s —	s s s s
26	„	„	51	10	s s s —	s s s s
27	„	„	51	15	— s — —	s s s s
28	„	„	51.5	20	— — — —	s s s s
29	„	„	51	30	— — — —	s — s s
30	„	„	51—52	40	— — — —	— — s —
31	„	„	50—51	60	— — — —	— — — —
32	„	„	48—52	100	— — — —	— — — —
33	30°	35	51	10	s s — —	s s s s
34	„	„	51—52	20	s — — —	s s s s
35	„	„	51	30	— — — —	s s s s
36	„	„	51	40	— — — —	s s s s
37	„	„	50—52	60	— — — —	— s — s
38	„	„	50—52	100	— — — —	— — s —
39	„	„	51—52	150	— — — —	— — — —
40	15°	35	51	10	— — s —	s s s s
41	„	„	51	20	— — s s	s s s s
42	„	„	51	30	— — — —	s s s s
43	„	„	51—52	40	— — — —	s s s s
44	„	„	50—51	60	— — — —	s s s s
45	„	„	50—52	100	— — — —	— — s s
46	„	„	51—52	150	— — — —	— — — —
47	—	—	—	0	+ + + +	+ + + +
48	45°	—	—	0	+ + + +	+ + + +
49	„	—	—	0	+ + + +	+ + + +

Nr. 24, 48, 49 kamen ohne Beleuchtung in 45° Wasser, 24, 48 während 2, 49 während 3 Minuten. — Nr. 23 und 47 bekamen weder Wärme noch Licht. Das Alter von 1—24 = 4.55—6.15 St., von 25—49 = 8.10—9.30 St.

fortgesetzt.)

3 T.	4 T.	5 T.	7 T.	Sek.	
s s s s	s s s s	s s s s	s s s s	5	45° Alter: 8 1/4 Stunden.
s s s s	s s s s	s s s s	s s s s	10	
s s s s	s s s s	s s s s	s s s s	15	
s s s s	s s s s	s s s s	s s s s	20	
s — s s	s — s s	s — s s	s — s s	30	
— — s —	— — s —	— — s —	— — s —	40	
— s — s	— s — s	— s — s	— s — s	60	
— — — —	— — — —	— — — —	— — — —	100	
s s s s	s s s s	s s s s	s s s s	10	30° Alter: 8 3/4 Stunden.
s s s s	s s s s	s s s s	s s s s	20	
s s s s	s s s s	s s s s	s s s s	30	
s s s s	s s s s	s s s s	s s s s	40	
— s s s	— s s s	— s s s	— s s s	60	
— — s —	— — s —	— — s —	— — s —	100	
— — — —	— — — —	— — — —	— — — —	150	
s s s s	s s s s	s s s s	s s s s	10	15° Alter: 9 1/2 Stunden.
s s s s	s s s s	s s s s	s s s s	20	
s s s s	s s s s	s s s s	s s s s	30	
s s s s	s s s s	s s s s	s s s s	40	
s s s s	s s s s	s s s s	s s s s	60	
— — s s	— — s s	— — s s	— — s s	100	
— — — —	— — — —	— — — —	— — — —	150	
+ + + +	+ + + +	+ + + +	+ + + +	0	
+ + + +	+ + + +	+ + + +	+ + + +	0	
+ + + +	+ + + +	+ + + +	+ + + +	0	

Von sämtlichen Tropfen wurde am 7. Tag in Bouillonglas geimpft; sämtliche s und + zeigten sich als Reinkultur von Prodigiosus, sämtliche ÷ blieben steril.

Reihe 35. ($^{20}/_{8}$. 99.)

Nr.	Tp.	A.	V.	Sek.	16 St.	3 T.
1	**30°**	—	—	**0**	+ + / + +	+ + / + +
2	„	35	51—54	**60**	+ + / + +	+ + / + +
3	„	„	51—53	**120**	+ + / + +	+ + / + +
4	„	„	52—53	**180**	+ + / + +	+ + / + +
5	„	„	50—53	**240**	+ + / + +	+ + / + +
6	„	„	51—54	**300**	+ + / + +	+ + / + +
7	**30°**	—	—	**0**	+ + / + +	+ + / + +
8	„	35	50—53	**60**	+ + / + +	+ + / + +
9	„	„	51—52	**120**	+ + / + +	+ + / + +
10	„	„	50—53	**180**	+ + / + +	+ + / + +
11	„	„	51—54	**240**	+ + / + +	+ + / + +
12	„	„	50—53	**300**	+ + / + +	+ + / + +

Als Kontrollversuch, um zu sehen, ob eine durch die Beleuchtung veränderte Beschaffenheit der Bouillon eine Rolle in den vorhergehenden Versuchsreihen spielt, wurden 4 sterile Bouillontropfen auf jeden der Deckquarze 1—12 abgesetzt, wonach die Beleuchtung wie gewöhnlich unternommen wurde. Unmittelbar nach der Beleuchtung wurden sämtliche Tropfen geimpft, Nr. 1—5 von einer 24 St. alten Prodigiosuskultur, Nr. 7—12 von einer 4 Stunden alten. Nach 16 Stunden sind sämtliche Tropfen von Prodigiosus egal und stark getrübt. Es wurde geimpft mit der Spitze eines 0.$_2$ mm dicken Platindrahtes ohne Öse, damit man nicht grössere Mengen von unbeleuchteter Bouillon gleichzeitig mit der Impfung überführe.

Man sieht aus diesem Versuche, dass die in den gegenwärtigen Versuchen verwendete Lichtstärke in den betreffenden Zeiten nicht die Eigenschaften der Bouillon als Nährmedium merklich ändert.

Reihe 36. ($^{25}/_{8}$. 99.) (fortgesetzt auf S. 76—77.)

Nr.	Tp.	A.	V.	Sek.	1 T.	2 T.	3 T.	4 T.	15 T.	Sek.	
1	**15°**	35	50	**30**	— / —	s — / — s	+ — / — —	+ — / — —	— + / — —	**30**	**15°** Alter 4 Stunden.
2	„	„	50—51	**50**	— / —	s — / — s	+ — / — —	+ — / — —	— + / — —	**50**	
3	„	„	50—51	**70**	— / —	— / s	— / —	— / —	— / —	**70**	
4	„	„	50—52	**100**	— / —	— / —	— / —	— / —	— / —	**100**	
5	„	„	50—52	**130**	— / —	— / —	— / —	— / —	— / —	**130**	
6	**30°**	35	50	**30**	— / —	s s / s s	+ + / + +	+ + / + +	+ + / + +	**30**	**30°** Alter 4.^{20} Stunden.
7	„	„	50—52	**50**	— / —	— / —	— / —	— / —	— / —	**50**	
8	„	„	50—51	**70**	— / —	— / —	— / —	— / —	— / —	**70**	
9	„	„	50—52	**100**	— / —	— / —	— / —	— / —	— / —	**100**	
10	„	„	50—52	**130**	— / —	— / —	— / —	— / —	— / —	**130**	
11	**45°**	35	50	**20**	— / —	— / s —	— / —	— / —	— / —	**20**	**45°** Alter 4.^{40} Stunden.
12	„	„	50—52	**40**	— / —	— / —	— / —	— / —	— / —	**40**	
13	„	„	50—51	**60**	— / —	— / —	— / —	— / —	— / —	**60**	
14	„	„	50—52	**80**	— / —	— / —	— / —	— / —	— / —	**80**	
15	„	„	50—52	**100**	— / —	— / —	— / —	— / —	— / —	**100**	
16	„	„	50—52	**130**	— / —	— / —	— / —	— / —	— / —	**160**	

Reihe 36 (fortgesetzt.)

Nr.	Tp.	A.	V.	Sek.	1 T.	2 T.	3 T.	4 T.	15 T.	Sek.	
17	45°	—	—	0	+ + / + +	+ + / + +	+ + / + +	+ + / + +	+ + / + +	0	
18	—	—	—	0	+ + / + +	+ + / + +	+ + / + +	+ + / + +	+ + / + +	0	
19	15°	35	50—51	50	— — / — —	s s / s s	s s / s s	s s / s s	s s / s s	50	
20	„	„	50—51	70	— — / — —	— — / s —	— s / s —	— s / s —	— s / s —	70	15°
21	„	„	50—52	100	— — / — —	— — / — s	— — / — s	— — / — s	— — / — s	100	Alter
22	„	„	50—52	130	— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	130	9 Stunden.
23	„	„	50—52	170	— — / — —	— — / s —	— — / s —	— — / s —	— — / s —	170	
24	30°	35	50—52	50	— — / — —	s s / s s	s s / s s	s s / s s	s s / s s	50	
25	„	„	50—51	70	— — / — —	s s / s s	s s / s s	s s / s s	s s / s s	70	30°
26	„	„	50—52	100	— — / — —	s s / — —	s s / — —	s s / — —	s s / — —	100	Alter
27	„	„	50—52	130	— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	130	9.20 Stunden.
28	„	„	50—52	170	— — / — —	— — / — s	— — / — s	— — / — s	— — / — s	170	
29	45°	35	50	20	— — / — —	s s / s s	s s / s s	s s / s s	s s / s s	20	
30	„	„	50—52	40	— — / — —	s — / — s	s — / — s	s — / — s	s — / — s	40	
31	„	„	50—51	60	— — / — —	s — / — —	s — / — —	s — / — —	s — / — —	60	45°
32	„	„	50—52	80	— — / — —	— — / — —	— — / — s	— — / — s	— — / — s	80	Alter:
33	„	„	50—52	100	— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	100	9.40 Stunden.
34	„	„	50—52	130	— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	— — / — —	130	
35	45°	—	—	0	+ + / + +	+ + / + +	+ + / + +	+ + / + +	+ + / + +	0	

Von einer 21 St. alten Kultur wird $1^1/_2$ Uhr vorm. in 2.0 Bouillon (A) geimpft, und von A um $6^1/_2$ Uhr nachm. in 2.0 Bouillon (B).

Nr. 1—18 von A, *Nr. 19—35* von B.

Nr. 1—5 und 19—23 werden, 2 gleichzeitig, $10.^{25}$—$10.^{38}$ beleuchtet.

Nr. 6—10 und 24—28 werden, 2 gleichzeitig, $10.^{44}$—$10.^{57}$ beleuchtet.

Nr. 11—16 und 29—34 werden, 2 gleichzeitig, $11.^{05}$—$11.^{57}$ beleuchtet.

Das Alter war also:

1— 5 = 3.55—4.08 Stunden 19—23 = 8.55—9.08 —	}	15°
6—10 = 4.14—4.27 — 24—28 = 9.14—9.27 —	}	30°
11—16 = 4.35—4.47 — 29—34 = 9.35—9.47 —	}	45°

Nr. 17 und Nr. 35 werden 170 Sek. in 45° Wasser ohne Beleuchtung angebracht.

Die Stromstärke wird *genau* auf 35 Ampère gehalten, wie in den zwei vorhergehenden Reihen.

Die Erklärung der Versuche.

Die 12 ersten Versuchsreihen sind nur als orientierende, zum Teil ziemlich umhertappende Versuche, wie es aus den jeder Reihe beigefügten Anmerkungen hervorgehen wird. Namentlich vermisst man eine genaue Angabe des Alters der Kulturen, und da es sich herausgestellt hat, dass dieses Moment eben von entscheidender Bedeutung ist, werde ich im folgenden von diesen ersten 12 Reihen ganz absehen. Auch die folgenden Reihen sind nicht alle von gleichem Wert. Namentlich wird eine Sonderstellung von folgenden Reihen eingenommen:

Die Reihen 14 u. 33: Die Kulturen waren schon vor der Beleuchtung abgeschwächt (siehe die Anmerkungen im Versuchsprotokoll).

R. 15 und R. 19: Die Beleuchtungszeit ist so unglücklich gewählt, dass die Abtötungszeit nicht bestimmt wurde.

R. 25: Die Kultur war mit einem anderen Mikroorganismus verunreinigt.

R. 29: Die verwendete Bouillon ist 50% dünner als gewöhnlich, so dass das „Alter" der Bakterien sich nicht ohne weiteres mit dem Alter der Bakterien in den anderen Versuchsreihen vergleichen lässt.

Ausserdem sind die späteren Reihen natürlich im ganzen mehr zuverlässig als die früheren, weil ich nach und nach grössere Übung bekam und mehr und mehr Vorsichtsmaassregeln einführte. Besonders müssen die Versuche von Reihe 21 ab an Wert dadurch gewonnen haben, dass ich von dieser Zeit ab immer mehrere, gewöhnlich 4, Tropfen auf jeden Deckquarz abgesetzt habe. Denn in den Fällen, wo alle vier Tropfen dasselbe Resultat ergeben haben, muss der Versuch als zuverlässiger angesehen werden, als wenn nur 1 Tropfen abgesetzt war. Und bei näherer Betrachtung derjenigen Fälle, wo ein Teil der 4 Tropfen sterilisiert war, während die übrigen Wachstum zeigten, wurde ich auf Verhältnisse aufmerksam, die mir den Glauben gaben, dass in einer und derselben Kultur alle Individuen nicht gleich widerstandsfähig sind, und namentlich dass eine kleine Zahl von Bakterien mehr widerstandsfähig gegen das Licht sein kann, als die Majorität derselben.

Es stellte sich nämlich als ganz konstant heraus, dass, wenn die Beleuchtungszeit sich der „absoluten Abtötungszeit" (d. h. die Beleuchtungszeit, die mit Sicherheit alle Individuen der Kultur tötet) nähert, kommt nur in einem Teil der Tropfen auf demselben Deckquarz Wachstum vor, im anderen dagegen nicht. Wenn man R. 22—36 durchsieht, wird man schwer dem Eindrucke entgehen können, dass einige Bakterienindividuen in jeder Bakterienkultur mehr widerstandsfähig als die übrigen sein müssen, weil sie einer Beleuchtungszeit widerstehen können, der ihre übrigens gleichgestellten Kameraden unterliegen. Weiter sehen wir, dass die am widerstandsfähigsten in Minorität den schwächeren gegenüber sind; denn in jedem sterilisierten Tropfen waren ursprünglich Hunderte oder Tausende von Bakterien, wovon kein einziger sich widerstandsfähig gezeigt hat, während jeder Tropfen, worin Wachstum vorkommt, nichts anderes beweist, als dass wenigstens ein widerstandsfähiger Mikroorganismus darin war. Und die höheren Grade von Widerstandsfähigkeit findet man im grossen und ganzen in einer bei wachsender Widerstandsfähigkeit abnehmenden Zahl; denn je mehr wir uns der absoluten Abtötungszeit nähern, um so mehr wird es konstant, dass von den 4 Tropfen höchstens einer Wachstum zeigt, und wo die Zeiten von passender Grösse gewählt wurden, sehen wir ein einigermaassen ebenes Steigen der Anzahl der sterilisierten Tropfen auf jedem Deckquarz (siehe z. B. R. 30 bis R. 36). Oft sehen wir, dass in den 4 Tropfen kein einziger lebendiger Bacillus gewesen ist, indem alle 4 sich sterilisiert zeigen, trotzdem dass die absolute Abtötungsgrenze anscheinend noch nicht erreicht war, indem wir auf dem nächsten oder vielleicht

erst auf dem zweitnächsten Deckquarz wieder Wachstum in einem einzelnen Tropfen sehen. So sahen wir z. B. in R. 23, Nr. 12—22, wie bei 20 Sek. Beleuchtung alle 4 Tropfen Wachstum zeigen, bei 30 Sek. 3 von 4, bei 40 und 50 Sek. 1 von 4, bei 60 Sek. 0 von 4, bei 70—90 Sek. wieder 1 von 4, bei 100 Sek. und darüber 0 von im ganzen 12 Tropfen. Hätte man in Nr. 15 (60 Sek.) hinlänglich viele Tropfen abgesetzt, hätte sich wahrscheinlich Wachstum gezeigt in einer gewissen Anzahl derselben. Dasselbe kann man zwar, aber doch mit weit weniger Wahrscheinlichkeit, von Nr. 20—22 (100 Sek. und mehr) sagen. Deshalb ist es notwendig, Übersicht über die ganze Reihe zu haben, bevor man beurteilen kann, inwieweit Sterilität von allen 4 Tropfen andeutet, dass die sichere Abtötungsgrenze erreicht ist. Natürlich ist die Wahrscheinlichkeit dafür, dass das letztere der Fall ist, viel grösser, wenn schon die vorhergehenden Nummern eine zunehmende Anzahl von sterilen Tropfen gezeigt haben. Aus diesem Grunde kann man in R. 13—20, wo nur 1 Tropfen auf jeden Deckquarz abgesetzt worden ist, die Abtötungsgrenze nicht mit so grosser Genauigkeit feststellen, wie in den späteren Reihen. Wenn z. B. Nr. 15 in R. 16 sterilisiert ist, ist das ja offenbar analog damit, dass z. B. Nr. 3 in R. 22 3 sterile Tropfen unter 4 hat. Die Abtötungsgrenze liegt in R. 16 offenbar irgendwo zwischen 60 und 120 Sek., ja selbst 120 Sek. wären nicht zuverlässig, falls wir nicht gerade gesehen hätten, dass schon bei 20 und 30 Sek. (d. i. Nr. 15 u. 17) zahlreiche Individuen zu Grunde gegangen waren. Schwieriger zu deuten werden die, übrigens nur wenige, Fälle, wo, wie in R. 22, Nr. 13—24, nach einer grösseren Zahl steriler Nummern plötzlich Wachstum in einem einzelnen Tropfen von 4 erscheint. Ob das in diesem Falle bedeutet, dass die Abtötungsgrenze oberhalb 120 Sek. liegt, oder die Zahl der widerstandsfähigen Individuen in dieser Kultur ungewöhnlich klein war, oder ob Nr. 18 und 22 als

„Zufälligkeiten“ aufzufassen sind, die im Leben geblieben sind, z. B. dadurch, dass einige Bakterien von einem Stäubchen beschattet gewesen sind, oder wegen anderer Versuchsfehler, lässt sich aus der Reihe selbst nicht ersehen. Dagegen wird die Deutung hiervon weniger schwierig, wenn wir in einer graphischen Darstellung die Resultate dieser Reihen neben denen der anderen Reihen (s. unten) sehen. Wenn z. B. Nr. 12 in R. 31 Wachstum in einem einzelnen von vier Tropfen zeigt, während die nächst vorhergehenden zwei Nummern (10 und 11) mit zusammen acht Tropfen vollständig sterilisiert waren, und die Kulturen bei noch kürzerer Beleuchtungszeit (Nr. 9) schon einige sterilisierte Tropfen hatten, wird es wahrscheinlich, dass Nr. 12 auf „Zufall“ beruht, namentlich, wenn wir ausserdem sehen, dass in allen anderen Reihen mit Kulturen von entsprechendem Alter die Abtötungsgrenze ungefähr bei der halben Beleuchtungszeit liegt, von der, für welche Nr. 12 ausgesetzt gewesen ist (siehe die graphische Darstellung, Tabelle 1, wo Nr. 12 als ein kleiner Kreis abgesetzt ist).

Meine Ansicht, dass nur wenige Individuen in jeder Kultur widerstandsfähiger sind als die Majorität der Bakterien, wird auch beim Studium der „zerstreuten“ (mit s bezeichneten) Kolonien bestätigt. Ohne vorläufig näher auf dies interessante Phänomen eingehen zu wollen, will ich nur mitteilen, wie diese Form von Wachstum sich für die direkte Beobachtung zeigt. Während alle unbeleuchteten Kontrolltropfen nach ca. acht bis zehn Stunden von der wachsenden Kultur diffus trübe sind, kommt das zerstreute Wachstum immer erst später (am frühesten 15te bis 20ste Stunde) zum Vorschein und geht von einem oder mehreren diskreten Punkten im Tropfen aus. Ein solcher Punkt zeigt sich, wo ich frühestens einen solchen bisher beobachtet habe, als ein eben mit blossem Auge sichtbarer Haufen von Bakterien, direkt auf der Unterseite des Deckquarzes festsitzend. Mikroskopisch besteht dieser Haufen

aus dicht gedrängten Massen von Bakterien, während man sonst nirgends in der Flüssigkeit Wachstum beobachtet, nur einige gleichmässig verteilte Bakterien, die offenbar die im Tropfen ursprünglich anwesenden, aber vom Lichte getöteten Bakterien sind; denn ihre Zahl hält sich in den folgenden Tagen unveränderlich, während der s-Punkt sehr schnell zu einer kompakten Halbkugel von bis 1 mm Diameter auswächst, unter schneller, lebhaft roter Pigmentbildung, die gewöhnlich schon von der 24sten Stunde an deutlich ist (während die diffuswachsenden Kulturen erst ziemlich spät, etwa am dritten oder vierten Tag eine diffus rötliche Farbe annehmen). Nur in selteneren Fällen (s. Versuchsprotokoll) kommt später diffuses Wachstum im Tropfen um diese Bakterienkolonie herum. In den meisten Fällen hält sich eine solche s-Kolonie unverändert in Tagen oder Wochen, und weder makro- noch mikroskopisch findet man Zeichen von Wachstum irgendwo in der umgebenden Bouillon. Im grossen und ganzen kann man sagen, dass, je kürzer die Beleuchtungszeit war, je zahlreicher sind die s des einzelnen Tropfens. Wo alle vier Tropfen s geben (z. B. R. 36 Nr. 24), finden sich gewöhnlich mehrere, bis zu zehn; wo nur einige von den vier Tropfen Wachstum zeigen, findet man nur 1 s, selten ein Paar in jedem Tropfen (z. B. R. 36 Nr. 26); in isoliert überlebenden Kulturen (wie Nr. 23 oder Nr. 28 derselben Reihe) immer nur einen. Dieses zerstreute Wachstum, von isolierten Punkten ausgehend, deren Zahl mit steigender Beleuchtungszeit abnimmt, stimmt also in seinen Verhältnissen mit dem (S. 79) besprochenen Umstand überein, dass die Zahl der sterilisierten Tropfen auf jedem Deckquarz mit der Beleuchtungszeit wächst, und kann wohl, wie dieser die einfachste (aber natürlich nicht einzig mögliche) Erklärung darin finden, dass nur einige wenige Individuen mehr widerstandsfähig gewesen sind, als die Majorität. — Welche Ursache diese individuelle Widerstandsfähigkeit haben kann,

werde ich unten näher besprechen. Die Ursachen dazu, dass sie als ein Haufen wachsen und nicht in den übrigen Teil des Tropfens hineinwachsen, sind mir bisher unbekannt.

Ich habe früher besprochen (S. 10), dass eine eigentliche Abschwächung bisher nicht bewiesen ist durch die gewöhnlich verwendete BUCHNER'sche Methode, aber dass das, was man als eine Abschwächung aufgefasst hat, sich dadurch erklären lässt, dass ein Teil der Bakterien der betreffenden Kultur abgetötet ist und nur ein Teil von ihnen am Leben blieb, ohne dass man nach den früheren Versuchsergebnissen gezwungen ist, eine herabgesetzte Vitalität der überlebenden Individuen anzunehmen. Dagegen glaube ich, dass man in meinen Versuchsreihen eine nicht verkennbare Abschwächung wahrnehmen kann. Wenn die Kulturen zum ersten Male nach der Beleuchtung untersucht werden, gewöhnlich 12—15 Stunden später, sehen wir, dass die belichteten Tropfen fast immer noch ganz klar sind, während die Kontrolltropfen schon alle stark trübe sind. Man wird im Versuchsprotokoll sehen, dass eine Kultur nur ausnahmsweise 30 Sek. Beleuchtung erträgt, ohne in ihrer Entwicklung verspätet zu werden, ja gewöhnlich genügen 10 Sek., manchmal schon 5 Sek., um dieses Resultat herbeizuführen. Im ganzen sehen wir mit wachsender Beleuchtungsdauer eine wachsende Verspätung der Entwicklung; wo eine solche in den Tabellen nicht zu sehen ist, kommt es einfach daher, dass der erste Ausschlag des Wachstums nicht immer sofort notiert worden ist, indem die Resultate aus praktischen Rücksichten nur zu gewissen Tageszeiten (gewöhnlich morgens und abends) aufnotiert wurden. R. 24 zeigt, dass, wenn man die Kultur in genügend kleinen Zwischenräumen beobachtet, eine gewisse Proportionalität zwischen der Beleuchtungszeit und der Wachstumsverspätung deutlich zum Vorschein kommt. Übrigens sieht man dieses Verhältnis auch deutlich genug, z. B. in R. 14 ($_{10}$—$_{16}$), 18, 19 ($_{1}$—$_{23}$), 20, 21, 23, 25, 27 ($_{7}$—$_{12}$), 28, 30, 34, 36 ($_{29}$—$_{34}$).

Nun könnte man vielleicht dagegen einwenden, dass diese Wachstumsverspätung der Kolonien dadurch verursacht sein könnte, dass die Hauptmenge der Bakterien getötet war, so dass nur so wenige Bakterien am Leben blieben, dass sie längere Zeit als gewöhnlich brauchten, um den Tropfen dermaassen zu bevölkern, dass das Wachstum dem blossen Auge sichtbar wurde, oder dass mit anderen Worten auch hier eine Herabsetzung der Zahl, also eine Verdünnung vorlag, aber keine Abschwächung. Dagegen ist folgendes hervor zuheben:

1. Nur ein einziger überlebender Bacillus musste, wenn seine Vitalität also ungeschwächt sein sollte, den Tropfen schneller bevölkern können, als nach 50—60 St. (R. $21._{6}$, $24._{11}$, $28._{20}$, $30._{27,14,35}$, $36._{32}$) oder sogar am 4ten Tag (R. $18._{9}$, $23._{6}$, $30._{22}$, $34._{6}$).

2. Wir haben gesehen, wie vereinzelt überlebende Bakterien (nämlich s,

die „zerstreuten") sehr wohl ein deutlich sichtbares Wachstum ziemlich früh geben können (z. B. R. 22 binnen 19 St., R. 23, R. 24 und R. 25 binnen 17 St., R. 27 binnen 14 St.), aber wo sie nahe an der Abtötungsgrenze beleuchtet gewesen sind, kommen sie nichtsdestoweniger oft erst sehr spät zum Vorschein (z. B. R. $36._{32}$, $34._{6}$, $30._{22}$ und viele andere).

3. In R. 24 sehen wir, wie schon eine Beleuchtungszeit von 1—3 Sek. die Entwickelung zu verzögern vermag. Es wäre künstlich zu vermuten, dass schon eine Beleuchtungszeit von 1 Sek. die Mehrzahl der Bewohner des Tropfens getötet hätte in einer Kultur, wo die absolute Abtötungsgrenze höher als 50 bis 60 Sek. liegt.

4. Oft sehen wir, dass sowohl die diffus anwachsenden Tropfen (+), wie die zerstreuten (s) verzögert sind. Es würde, soviel ich sehen kann, einer sehr komplizierten Hypothese bedürfen, um diese vier Thatsachen unter einen Hut zu bringen, ohne die Annahme einer Abschwächung der Bakterien.

Übrigens bin ich weit entfernt davon, die Theorie von wenigen widerstandsfähigen Individuen in jeder Kultur, oder die Theorie von der Abschwächung der einzelnen Bakterienindividuen durch das Licht, als durch meine Versuche bewiesen, aufzustellen. Ich stelle sie nur als die einfachste Erklärung, die ich habe finden können, anheim. Auch baue ich die nachfolgenden Folgerungen nicht auf diesen Theorien auf.

Wenn ich im folgenden das Wort „Abschwächung" gebrauche, braucht man deshalb dabei nichts anderes zu verstehen, als die Thatsache, dass die betreffende Kultur später ausgewachsen ist als die Kontrollkulturen, und bei „Verdünnung" verstehe ich nur den Umstand, dass nur ein Teil der auf demselben Deckquarz befindlichen Tropfen Wachstum gezeigt hat.

Ich brauche hier nicht näher darauf einzugehen, was andererseits von den zwei besprochenen Verhältnissen bekannt ist, durch andere abschwächende Agentia als das Licht untersucht. Ich erinnere nur daran, dass man auch auf andere Weise geglaubt hat, „Ausnahmezellen" nachweisen zu können,

einzelne Individuen, die sich in gewissen Beziehungen anders verhalten, als die Hauptmenge der Bakterien der betreffenden Kultur.

Der Einfluss des Alters der Cultur.

Einzelne frühere Untersucher haben zwar das ungefähre Alter der verwendeten Kulturen angegeben, aber eine systematische Untersuchung über den Einfluss des Alters auf die Widerstandsfähigkeit der Bakterien gegen das Licht habe ich in der Litteratur nicht finden können.

Dass die Widerstandsfähigkeit des Prodigiosus gegen das Licht mit dem Alter der Kultur wächst, beweisen alle darauf gerichteten Versuche, nämlich die Reihen 13, 14, 18, 20, 21, 27, 28, 29, 30, 34, 36, und nirgends spricht ein beweiskräftiger Versuch dagegen. Überall sehen wir, dass die absolute Abtötungszeit (S. 79) kleiner ist für die jüngeren Kulturen, als für die älteren.

Innerhalb jeder der hier genannten Reihen ist die Temperatur konstant gehalten, die jungen und die alten Kulturen sind entweder gleichzeitig oder unmittelbar nacheinander, oft abwechselnd beleuchtet worden. Überhaupt sind die alten und die jungen Kulturen innerhalb der einzelnen Versuchsreihe vom Anfang bis zum Ende ganz gleich behandelt worden. Der Beweis ist daher, soweit ich sehen kann, zwingend. — Es ist übrigens nicht nur die absolute Abtötungszeit, die mit dem Alter wächst; wir sehen auch, dass die „Verdünnung" (S. 84) in Übereinstimmung hiermit auftritt. Es ist sozusagen konstant, dass die Verdünnung in den jüngeren Kulturen sich nach kürzeren Beleuchtungszeiten zeigt, als in den älteren, und, wo die Beleuchtungszeiten glücklich gewählt sind, sehen wir, dass bei einer Beleuchtung, die eine starke Verdünnung in einer jüngeren Kultur giebt, kommt eine schwächere Ver-

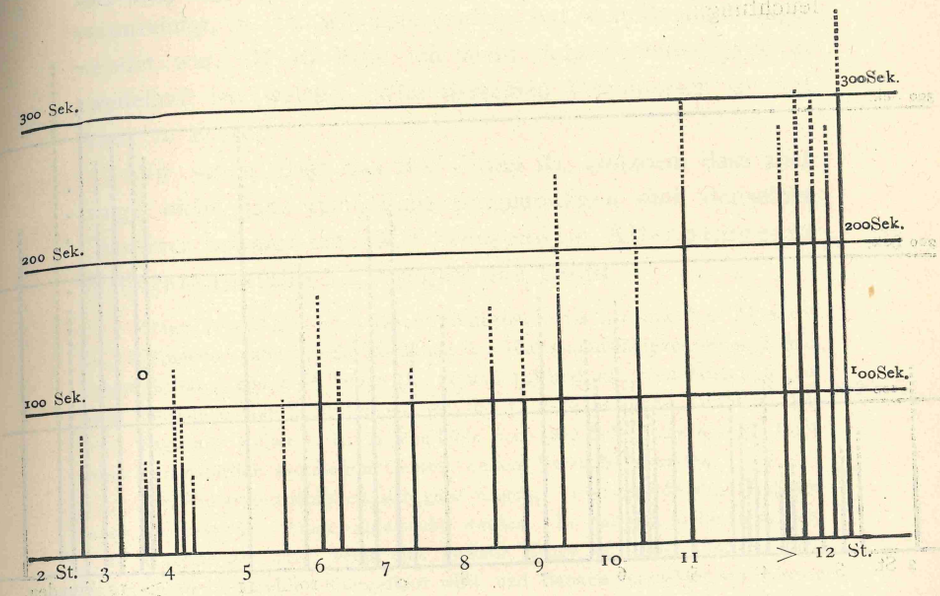
dünnung zu Stande in den älteren Kulturen (z. B. R. 34, Nr. 5 & 29, Nr. 13 & 37, Nr. 21 & 45, R. 36, Nr. 2 & 19, Nr 11 & 29).

Falls man nun auch die verschiedenen Reihen untereinander vergleichen und auch die Versuche, die in anderer Hinsicht ausgeführt sind (z. B. um den Einfluss der Wärme zu untersuchen), mitnehmen will, kann man natürlich nicht eine mathematisch genaue Übereinstimmung erwarten unter Versuchen, die auf einen Zeitraum von einem halben Jahre verteilt sind und unter deren Verlauf die Versuchstechnik sich nach und nach entwickelte. Umsomehr überzeugend muss es sein, wenn trotzdem diese Versuche, nebeneinander gestellt, ein einigermaassen gleichmässiges Resultat ergeben, so dass die Kleinheit der Variationen eher überraschend ist, wenn man bedenkt, wie launenhaft die Wachstumsverhältnisse der Bakterien sich oft zeigen.

Um die Resultate graphisch in leicht übersichtlicher Form aufzeichnen zu können, muss man darauf Rücksicht nehmen, dass die Abtötungszeit bei dem verwendeten Verfahren nicht durch eine einzelne bestimmte Zahl angegeben wird, indem man nur einen grösseren oder kleineren Spielraum, innerhalb dessen sie liegen muss, gefunden hat. Wenn z. B. in R. 34 Nr. 13 ausgewachsen ist, trotz 60 Sek. Beleuchtung, während Nr. 14 und die folgenden mit wenigstens 100 Sek. Beleuchtung sterilisiert worden sind, so liegt die Abtötungsgrenze wahrscheinlich irgendwo zwischen 60 und 100. Auf der graphischen Darstellung werde ich einen solchen Versuch durch eine senkrechte Linie, die voll bis 60 und von da gestrichelt bis 100 gezogen ist, angeben. Das gestrichelte Stück giebt dann den Spielraum an, und die Abtötungsgrenze kann beliebig wo innerhalb desselben gedacht werden; in vielen Fällen kann man doch, wenn man die betreffende Reihe als Ganzes übersieht, indem man Rücksicht auf die „Verdünnung“ und die „Abschwächung“ nimmt, ganz gut beurteilen, auf welchem Punkte

der Spielraum, die wahrscheinliche Abtötungsgrenze, liegt. Aber um nicht ein Moment einzuführen, das doch mehr oder weniger willkürlich erscheint, habe ich doch eine solche Kurve für die wahrscheinliche Abtötungszeit nicht mitgeteilt. Derjenige, der sich dafür interessiert, wird eine solche mittels des Versuchsprotokolls konstruieren können.

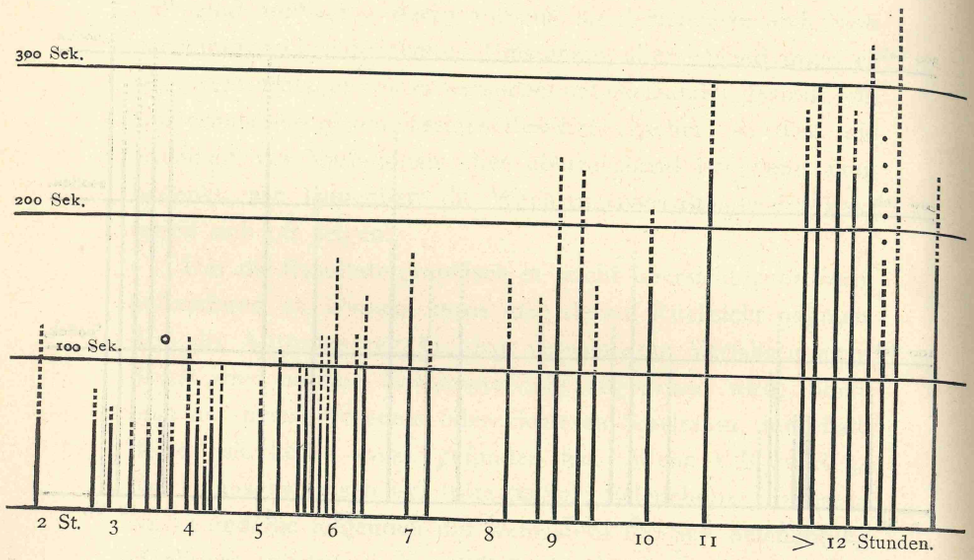
Auf Tafel I habe ich die vollständigsten und gleichmäs-



Tafel I.

sigsten der Versuchsreihen dargestellt, nämlich alle die Versuche, die bei 30° gemacht sind, und mit mehr als einem Tropfen auf jedem Deckquarz. Ausgeschlossen habe ich nur R. 29, wo eine andere Art Bouillon als für die übrigen Versuche verwendet ist (übrigens sind die relativen Werte, nämlich das Steigen der Widerstandsfähigkeit mit dem Alter, dieselben, wie in den anderen Reihen, aber die absoluten Werte für jede einzelne Altersklasse sind etwas verschieden).

Man sieht, wie die Abtötungszeit, die bei 3 bis 4 Stunden alten Kulturen zwischen ca. 40 und 80 Sek. liegt, bei der 6ten bis 7ten Stunde Werte zwischen 100 und 120 Sek. erreicht, um im Laufe der 8ten bis 10ten Stunde sich 200 Sek. zu nähern. Von 11ter bis 12ter Stunde an ist diese Grenze überschritten und die Bakterien wurden erst zwischen 250—300 Sek. mit Sicherheit abgetötet, ja einzelne überleben sogar 300 Sek. Beleuchtung.



Tafel II.

In den Hauptzügen kommt ganz dasselbe Bild zum Vorschein, wenn ich auch alle anderen Reihen mitnehme, wo das Alter überhaupt angegeben ist (Tafel II), also sowohl die Reihen, wo die Abtötungsgrenze weniger genau bestimmt ist, weil nur 1 Tropfen auf jedem Deckquarz war, wie die Versuche, wo andere Temperaturen als 30° verwendet sind (nämlich 15°, 18°, 20°, 26°, 36°). Doch habe ich nicht die Versuche, die bei 45° gemacht sind, mitgenommen; denn obschon auch

diese den Einfluss des Alters auf dieselbe Weise zeigt, sind die absoluten Werte doch hier, gerade wegen der Temperatur (s. S. 93), so abweichend, dass sie nur die Deutung des Bildes schwieriger machen würden. Weiter ausgeschlossen habe ich R. 14 (s. die Anm. zu dieser im Versuchsprotokoll), R. 15, 17, 19, wo die Abtötungsgrenze überhaupt nicht erreicht wurde, R. 22 ($_{13}$—$_{24}$), wo die Grenze unsicher, R. 25, wo die Kultur verunreinigt, R. 29, wo eine andere Art von Bouillon angewendet war. R. 16 habe ich nicht mitgenommen, weil es zweifelhaft ist, welches Alter derselben beizumessen ist (vgl. Anm. zu R. 16).

Wir sehen, dass das Bild (Tafel II), trotzdem dass auch einige nicht ganz reine Fälle mitgenommen sind, denselben Charakter bewahrt hat: Mit steigendem Alter steigende Widerstandsfähigkeit gegen das Licht.

Einige Versuche konnten darauf hindeuten, dass wir mit dem Alter von ca. 12 Stunden schon an ein Maximum der Widerstandsfähigkeit gelangt sind, indem Kulturen von 2—3 Tagen (R. 13 und 14) und von 1—2 Monat (R. 20) nicht widerstandsfähiger erscheinen, als die 11 à 14 St. alten Kulturen. Die 4—5 Tage alte Kultur in R. 21 überlebte doch 300 Sek. Beleuchtung. Doch muss man natürlich auf diesem Gebiete weitere Versuche abwarten.

Die Widerstandsfähigkeit der ganz jungen, $^1/_2$—1 Stunde alten Kulturen muss als besondere Frage untersucht werden. Es hat sich ja herausgestellt, z. B. in Reihe 21, dass, wenn eine gewisse Menge von einer alten Bouillonkultur in sterile Bouillon übergeführt wird und danach beleuchtet wird, wozu mit der Herstellung der Präparate etc. wenigstens $^1/_2$ Stunde mitgeht, verhält diese Mischung sich immer noch als eine „alte" Kultur in Bezug auf Abtötungszeit. Man würde also vielleicht eine gewisse Klarheit darüber, wie schnell die alten Bakterien sich durch Teilung verjüngern, erhalten können, falls man den Zeitraum zwischen $^1/_2$ St. und 3 St. untersuchte, um zu sehen, wann und wie schnell die Kultur ihre hohe Abtötungszeit in eine niedrige umwandelt. Dies muss zukünftigen Untersuchungen vorbehalten werden.

Falls man die grosse Bedeutung des Alters für die Widerstandsfähigkeit mit den zwei früher besprochenen Verhältnissen zusammenhält, nämlich, dass die Zahl der widerstandsfähigsten Individuen wahrscheinlich verhältnismässig klein ist, und dass

steigende Grade von Widerstandsfähigkeit im ganzen sich bei einer immer mehr und mehr abnehmenden Zahl von Individuen findet, je näher man der Abtötungsgrenze kommt, könnte man sich vielleicht die Vermutung erlauben, dass es die ältesten Individuen sind, die am meisten widerstandsfähig sind. Falls man sich vorstellen würde, dass es in einer Kultur zu jeder Zeit eine Anzahl Individuen gab, die aus irgend einer Ursache sich nicht teilte, sondern eine, wenn man will, „sporoide" Zustandsform annahmen, welche mit dem Alter mehr und mehr ausgeprägt wurde, würden solche Individuen eben ähnlich auftreten müssen, wie ich es charakteristisch für die widerstandsfähigsten Individuen gefunden habe. In einer z. B. 12 St. alten Kultur findet sich ja, wie wir gesehen haben, wahrscheinlich nicht nur Individuen mit maximaler Widerstandsfähigkeit (d. h. 250—300 Sek. Abtötungszeit), sondern andere, und zwar zahlreichere, deren Abtötungszeit bei ungefähr 200 Sek. liegt, andere noch zahlreicher um 100 Sek., während die allermeisten, ganz wie die jüngeren Kulturen, unter 100 Sek. getötet werden. Weshalb ganz junge Individuen, sagen wir z. B. $^1/_2$ St. alt, sich nach einer solchen Skala verteilen sollten, weil sie in einer alten Kultur geboren sind, wäre nur durch eine künstliche Hypothese zu erklären, da sie ja doch unter genau gleichen Verhältnissen geboren sind. Aber eine verhältnismässig einfache Erklärung würden wir haben, falls wir die Existenz der besprochenen „sporoiden" Individuen von verschiedenem Alter mit entsprechend verschiedener Widerstandsfähigkeit annehmen. Solche Individuen müssten sich, in Bezug auf Anzahl, wahrscheinlich nach einer Skala, wie die genannte, verteilen, da die Produktion von „sporoiden" Individuen wohl in einem gewissen Verhältnis zu der absoluten Zahl von Individuen, wovon die Kultur auf einem gewissen Zeitpunkt bestand, stehen müsste.

Dieses nur als ein Vorschlag zu einer Hypothese; sollte sie

Bestätigung finden, wäre es vielleicht der Mühe wert zu untersuchen, ob auch andere Arten von „Ausnahmezellen" sich auf ähnliche Weise deuten lassen.

Worauf nun eigentlich diese grössere Widerstandsfähigkeit der älteren Kulturen beruht, stelle ich, bis weitere Untersuchungen vorliegen, anheim, da die gegenwärtigen Untersuchungen nur insofern abgeschlossen sind, als sie einige der wichtigsten Bedingungen, um konstante Versuchsresultate zu erhalten, erörtert haben — wozu also in erster Reihe Rücksichtnahme auf das Alter der Kultur gehört, wenigstens, wenn man mit Prodigiosus arbeitet. Aber ob andere Bakterien sich auf ähnliche Weise verhalten, ob die chemischen Veränderungen des Nährmediums irgend eine Rolle spielen, ob die Pigmentbildung eine mitwirkende oder vielleicht sogar die einzige Ursache ist, ob es wirklich vitale Veränderungen der Bakterienkörper oder mehr accessorische Verhältnisse in der Kultur, wie z. B. die grössere Zahl von Individuen pr. Volumeneinheit oder vielleicht einfach eine Klumpenbildung durch eine Art von Agglutination in den älteren Kulturen, oder endlich eine mit dem Alter herabgesetzte Durchlässigkeit für die bakteriociden Strahlen, entweder der Bakterienkörper oder des Nährmediums — das sind Verhältnisse, die zukünftigen Untersuchungen vorbehalten sein müssen. Doch geben schon meine hier referierten Versuche einen Fingerzeig zur Lösung einiger dieser Fragen; ich werde hier z. B. folgendes nennen:

1. Es ist unwahrscheinlich, dass eine mit dem Alter der Kultur veränderte chemische Beschaffenheit des Nährmediums entscheidend ist für die mit dem Alter erlangte Widerstandsfähigkeit. Denn in R. 21, R. 27 und R. 28 (vgl. auch R. 20, R. 29) wurde nur bez. 0.04 cm^3, 0.06 cm^3 und 0.02 cm^3 von der alten Kultur in je 2.0 cm^3 steriler jungfräulicher Bouillon übergeführt; trotz dieser starken Verdünnung verhielten sich die so schnell wie möglich danach beleuchteten Kulturen wie alte Kulturen.

2. Diese selben Versuche sprechen auch dagegen, dass eine mit dem Alter herabgesetzte Durchstrahlbarkeit des Nährmediums entscheidend sei.

3. Die Bedeutung der Pigmentbildung wird sich ja am deutlichsten nachweisen lassen, durch Versuche mit nichtpigmentierten Bakterien. Dass die Pigmentbildung eine Bedeutung hat für die sehr alten Kulturen mit makroskopisch deutlicher Pigmentschicht, steht ja ausser Frage. Aber wir sehen in den Versuchsreihen zahlreiche Beispiele davon, dass die Widerstandsfähigkeit bedeutend vermehrt ist zu einer Zeit, wo sich weder makro- noch mikroskopisch Pigment in den Kulturen nachweisen lässt; aber bestimmt leugnen, dass einige Individuen von Pigment geschützt gewesen sind, kann ich selbstverständlich durch diese Versuche nicht.

4. Dass die Ursache in der mit dem Alter steigenden Zahl der Bakterien pr. Volumeneinheit, wodurch einige Bakterien andere beschatten, liegen konnte, ist ja ein naheliegender Gedanke, und wenn die Kultur in hohem Grade getrübt ist, wird derartiges wohl wirklich stattfinden; aber mich auf die folgenden Versuche stützend, glaube ich nicht, dass es von Bedeutung bei meinen Versuchen war:

In R. 20 sahen wir, dass die 1—2 Monat alte Kultur, welche so stark mit steriler Bouillon verdünnt war, dass sie klar war, schwieriger abzutöten war, als die 6 Stunden alte Kultur, obschon diese schon trübe war.

Aus R. 21 sieht man, dass es keine grosse Rolle spielt, ob man 1 oder 25 Bakterien pr. Volumeneinheit hat.

In R. 27, 28, 29 waren die alten Kulturen so stark verdünnt, dass sie klar waren, während die jüngeren Kulturen trübe waren; trotzdem wurden die letzteren schneller getötet, als die ersteren.

5. Einer mit dem Alter der Kultur zunehmenden Bildung von Klümpchen zusammengehäufter Bakterien einige Bedeutung

für die grössere Widerstandsfähigkeit der alten Kulturen zuzuschreiben, wäre ein naheliegender Gedanke. In den mehr als 1 Tag alten Kulturen (R. 13, 14, 20, 21) findet man konstant solche Klümpchen; in diesen Fällen ist es deshalb nicht wahrscheinlich, dass die Klümpchen vielleicht eine gewisse Rolle gespielt haben. Aber in den Versuchen, wo die Kultur 3—14 Stunden alt war, wurden keine Klümpchen in den auf dem Deckquarz sitzenden Tropfen gefunden, wenn sie mikroskopisch untersucht wurden, entweder sofort, nachdem sie auf dem Deckquarz abgesetzt worden waren, oder am Tage nach der Beleuchtung; ausserdem spricht wohl die Regelmässigkeit, womit sowohl die Ausdünnung wie die vollständige Sterilisation auftritt, eher dagegen, dass die Klumpenbildung entscheidend war.

Welcher nun auch der Grund der Widerstandsfähigkeit der älteren Kulturen sei, scheint es mir von biologischem Interesse zu sein, dass eine Prodigiosuskultur im Laufe von etwa 10 Stunden, also z. B. im Laufe einer Nacht, eine solche Widerstandsfähigkeit gegen das Licht erreicht, dass sie 5—6mal mehr Licht ertragen kann, als wenn sie 3 Stunden alt war.

Der Einfluss der Temperatur.

Da mehrere Forscher (z. B. d'Arcy u. Hardy, Downes u. Blunt, Duclaux, Gaillard, Kruse, Laurent, Momont, Raspe, Roux, Marshall Ward, Wesbrook) sich dahin ausgesprochen haben, dass die Wirkung des Lichtes auf die Bakterien in einer Oxydation beruht, ist es naheliegend zu untersuchen, ob nicht die Wirkung des Lichtes, ebenso wie die meisten anderen Oxydationsprozesse, mit steigender Temperatur zunimmt. Es giebt doch, soviel ich weiss, nicht er-

schöpfende Untersuchungen darüber. SAVERIO SANTORI soll gefunden haben, dass das Sonnenlicht weniger kräftig bei niederen Temperaturen, als bei höheren wirkt. Ich kenne seine Arbeiten nicht im Original, aber da andere seiner Resultate, infolge Referat, in vollständigem Widerstreit mit dem, was wir sonst als festgestellt betrachten, stehen, kann man wohl seiner Arbeit kein grosses Gewicht beimessen. KRUSE hat eine einzelne Versuchsreihe mit Typhus-Bouillonkulturen in Reagensgläsern, welche er in flachen Schalen mit Wasser von ca. 0^0, ca. 16^0 und ca. 35^0 dem Sonnenlicht aussetzte, gemacht. Er glaubt aus dem Versuch schliessen zu können, dass die Wirkung des Sonnenlichts mit der Temperatur steigt. Aber, von den den Reagensglasversuchen im allgemeinen anhaftenden Fehlern (S. 7) und der geringen Anzahl der Versuche abgesehen, erscheinen mir die Resultate selbst nicht sehr überzeugend. Er fand nämlich, durch Zählen der Kolonien, dass bei 0^0 2 Stunden Beleuchtung notwendig war, um denselben Grad von „Abschwächung" zu erhalten, welche bei 16^0 durch 1 Stunde Beleuchtung und bei 35^0 durch 2 Stunden Beleuchtung erreicht wurde. Hiernach sollte man glauben, dass die Wirkung bei 35^0 schwächer war, als bei 16^0. KRUSE meint aber das Entgegengesetzte. Die Lichtwirkung bei 35^0 sieht er für stärker an, als die bei 16^0, weil die Kultur bei 35^0 anfangs stärker wuchs als bei den anderen Temperaturen, und darum auch später „abgeschwächt" wurde. Dieses letztere Raisonnement ist an sich richtig genug, aber die erste Folgerung ist nicht zwingend. Man kann zugeben, dass diese Versuche nicht gegen eine bei höherer Temperatur stärkere Lichtwirkung sprechen, aber einen Beweis für eine solche Annahme enthalten die Versuche (für die Temperatur 35^0 wenigstens) nicht.

Meine eigenen Versuche über den Einfluss der Temperatur (ausserdem, dass ich immer konstante Temperatur in den einzelnen Versuchsreihen eingehalten habe) sind so gemacht, dass Tropfen, von einer und derselben Kultur genommen, dem Licht bei verschiedenen Temperaturen des die Präparate umspülenden Wassers ausgesetzt worden sind. Von solchen Versuchen habe ich folgende gemacht.

Reihe 15 und R. 17, wo doch kein Resultat erlangt wurde, weil die Abtötungsgrenze nicht erreicht wurde.

R. 16 zeigt keinen merkbaren Unterschied zwischen 20^0 und 30^0, aber die Versuchsreihen waren zwar so unglücklich gewählt, dass auf der entscheidenden Stelle (zwischen 60 und 120 Sek.) eine grosse Lakune war.

R. 22 ist zwar nicht beweisend in Bezug auf die Abtötungszeit, weil die Beurteilung ganz davon abhängt, ob man Nr. 22 als eine „Zufälligkeit" oder nicht betrachten will. Aber die „Verdünnung" ist viel stärker bei 35^0 als bei 15^0.

R. 23 giebt die Abtötungszeit für 18^0 zwischen 100 und 110 Sek., während sie für 36^0 zwischen 90 und 100 Sek. liegt. Der Unterschied ist ja nur klein, aber er wird dadurch verstärkt, dass sowohl die Abschwächung wie die „Verdünnung" stärker ausgesprochen sind bei 36^0 als bei 18^0. Und obschon die Kultur, als sie bei 36^0 beleuchtet wurde, $^1/_2$ Stunde älter geworden war, als die Tropfen, die bei 18^0 beleuchtet wurden und infolgedessen, wie wir sahen, dadurch eher widerstandsfähiger werden musste, wurde sie nichtsdestoweniger schneller abgetötet. Endlich wird das Resultat dadurch gestützt, dass

R. 24 ganz das ähnliche Bild giebt, nur mit dem Unterschied, dass, während die Kulturen der R. 23 $5^1/_4$—$5^3/_4$ St. alt waren, ist die Kultur hier

bei $16._5{}^0$ = 3 St. und wird getötet bei 60—70 Sek.
„ 36^0 = $3^1/_2$ „ „ „ „ „ 50—60 „

Übrigens gelten hier ganz dieselben Raisonnements wie für R. 23.

R. 25 zeigt dagegen ein ganz entgegengesetztes Bild; aber da die Kultur mit einer fremden Bakterie infiziert war, darf man wahrscheinlich nicht viel auf diese Reihe geben.

R. 31 vergleicht die Wirkung bei 45° mit der bei 30°. Selbst wenn wir von No. 12 absehen, das möglicherweise eine „Zufälligkeit" ist, bekommen wir doch eine schnellere Wirkung bei 45° als bei 30°.

Bei 45° liegt die Grenze zwischen 20 und 40 Sek.
„ 30° „ „ „ „ 40 „ 60 „

Ausserdem ist die „Verdünnung" viel stärker bei 45° als bei 30°, und während das Wachstum bei 30° diffus ist (+), ist es bei 45° „zerstreut" (s) (vergl. S. 81).

R. 32 giebt ganz entsprechende Resultate:

Bei 45° liegt die Grenze zwischen 20 und 40 Sek.
„ 30° „ „ „ „ 40 „ 60 „
„ 15° „ „ „ „ 60 „ 90 „

Auch hier ist die „Verdünnung" am stärksten bei 45°.

R. 34 untersucht gleichzeitig eine 5—6 St. alte und eine 8—9 St. alte Kultur bei verschiedenen Temperaturen.

5—6 St. alte Kultur:

Bei 45° liegt die Grenze zwischen 40 und 60 Sek.
„ 30° „ „ „ „ 60 „ 100 „
„ 15° „ „ „ „ 100 „ 150 „

8—9 St. alte Kultur:

Bei 45° liegt die Grenze zwischen 60 und 100 Sek.
„ 30° „ „ „ „ 100 „ 150 „
„ 15° „ „ „ „ 100 „ 150 „

Auch hier sehen wir überall die Verdünnung früher und stärker auftreten, je höher die Temperatur ist.

Da man bei den drei letztgenannten Versuchsreihen, die übrigens von den eben besprochenen diejenigen sind, die mit den meisten Vorsichtsmaassregeln ausgeführt sind, immer mit der höchsten Temperatur angefangen und die niedrigste zuletzt untersucht hat, würde man theoretisch einwenden können, dass, wenn die zuletzt beleuchteten Bakterien in jeder Reihe die widerstandsfähigsten waren, konnte dieser Umstand darin

seine Ursache haben, dass sie, während die ersten beleuchtet wurden, etwa eine Stunde älter geworden waren, mit anderen Worten, dass das Resultat eine Folge des Alters und nicht der Temperatur sei. Obschon ein Vergleich mit den entsprechenden Altersstufen auf Tafel I und II (S. 87—88) sofort davon überzeugen wird, dass jedenfalls die Wirkung von 45° nicht auf diese Weise zu erklären ist, habe ich doch einige direkte Versuche gemacht, um die Berechtigung dieses Einwands zu untersuchen, nämlich:

R. 36, wo die Versuche bei der niederen Temperatur vor denen mit der hohen Temperatur gemacht wurden. Es stellte sich heraus, dass die Abtötungsgrenze für die eine Kultur

bei 15° (Alter 4 St.) zwischen 70 und 100 Sek. lag
„ 30° „ 4·20 „ „ 30 „ 50 „ „
„ 45° „ 4·40 „ „ 20 „ 40 „ „

Die zwei letztgenannten Intervalle (20—40 und 30—50) greifen zwar ineinander ein, aber bei 30° gaben alle 4 Tropfen Wachstum nach 30 Sek., während bei 45° nach 20 Sek. 3 Tropfen von 4 sterilisiert waren.

Für die zweite Kultur lag die Abtötungsgrenze

bei 15° (Alter 9 St.) > 170 Sek.
„ 30° „ 9·20 „ > 170 „
„ 45° „ 9·40 „ zwischen 80—100 Sek.

Auch in dieser Versuchsreihe war die Verdünnung stärke bei 45°.

Man kann nach diesen Versuchsergebnissen nicht daran zweifeln, dass Prodigiosus schneller vom Lichte bei 45° als bei 30° getötet wird und infolge R. 23 und 24 ist es wahrscheinlich, dass er bei 35° schneller getötet wird als bei 16—18°. Ob es dagegen einen Unterschied bei Beleuchtung von 30° und von 15° giebt, bleibt zweifelhaft. Zwar sprechen die Reihen 32, 34, 36 zu Gunsten einer grösseren Wirkung bei 30° als bei 15°, aber beim Zusammenstellen der übrigen Ver-

suchsreihen wird das Bild doch so verwischt, dass man sich vorläufig nicht bestimmt darüber aussprechen kann. Man darf z. B. nach diesen Versuchen nicht die Möglichkeit ausschliessen, dass es ein „Optimum“ giebt, irgendwo zwischen 15° und 30° beliegend.

Dieser Einflus der Temperatur ist von zwei verschiedenen Gesichtspunkten von Interesse. Erstens in biologischer Hinsicht. Wie die Kontrollversuche (R. 35) einstimmig aussagen, leidet Prodigiosus keinen sichtbaren Schaden, wenn er einer Temperatur von 45° ausgesetzt wird während so kurzer Zeit, wie meine Versuche dauerten; trotzdem wird er bei dieser Temperatur schneller vom Licht getötet. Ob eine vermehrte Oxydation daran schuld ist, weiss ich vorläufig nicht.

Zweitens könnten diese Verhältnisse möglicherweise praktische Bedeutung bekommen. Sollten spätere Versuche lehren, dass pathogene Bakterien sich auf ähnliche Weise verhalten, müsste man bei der Lichttherapie dafür sorgen, die betreffende Hautpartie nicht mehr abzukühlen als gerade notwendig ist, damit der Patient nicht von den Wärmestrahlen belästigt wird.

Obschon ich nicht erwarte, dass andere Forscher genau dieselben absoluten Werte finden werden, wie ich in obenstehenden Versuchen, weil so viele andere, zum Teil noch unbekannte Faktoren bei den Lebensbedingungen der Bakterien von Bedeutung werden können, glaube ich doch, dass es nicht ohne Bedeutung ist, bestimmte Zahlenangaben, die unter bestimmten Bedingungen gelten, aufstellen zu können. Ich habe also gefunden, dass unter dem Einfluss des Lichtes, das sich in 28 cm Abstand von einem elektrischen Lichtbogen von 35 Ampère und 50 Volt befindet, in einem Winkel von 45° mit der Achse der Kohlen, nachdem ein Teil der Wärmestrahlen zurückgehalten worden ist durch eine 25 mm dicke Wasserschicht zwischen Quarzplatten, und bei einer Temperatur von 30°, wird eine 3 Stunden alte Prodigiosus-Bouillonkultur in hängendem Tropfen in ca. einer Minute sterilisiert, eine 10—15 Stunden alte Kultur erst in 3—5 Minuten. Bei 45° wirkt das Licht schneller als bei 30°, so dass eine 3 Stunden alte Kultur in ca. $^1/_2$ Minute sterilisiert wird. Ohne genaue Rücksicht auf das Alter der Kultur und auf die Temperatur wird man also keine konstante Versuchsresultate erwarten können, weil diese zwei Faktoren zusammen bewirken können, dass die Abtötungszeit in einem Falle zehnmal so gross, wie in einem anderen wird.

Kopenhagen, November 1899.

Litteraturverzeichnis

über Arbeiten, betreffend die Einwirkung des Lichtes auf die Mikroorganismen.

(Die Arbeiten, deren Titel punktiert ist, sind mir nur durch Referat bekannt).

d'Arcy u. Hardy. Note on the oxidising powers of different regions of the spectrum in relation to the bactericidal action of light and air.
Journ. of Physiol. 1894—95, vol. XVII.

Arloing. Influence de la lumière sur la végétation et les propriétés pathogènes de Bacillus anthracis.
C. r. t. C, Februar 1885, p. 378.

— Influence du soleil sur la végétabilité des spores du Bacillus anthracis. C. r. t. CI, August 1885, p. 511.

— Influence du soleil sur la végétation, la végétabilité et la virulence des cultures de Bacillus anthracis.
C. r. t. CI, August 1885, p. 535.

ARLOING. Influence de la lumière blanche et de ses rayons constituants sur le développement et les propriétés du Bacillus anthracis. Arch. de phys. norm. et path. 1886, t. VII, Nr. 3, p. 209.

— Les spores du Bacillus anthracis sont réellement tuées par la lumière solaire. C. r. t. CIV, Marts 1887, p. 701.

— Correspondance à M. le Directeur des Annales (Duclaux). Ann. de l'inst, Pasteur, Decbr. 1887, p. 595.

d'ARSONVAL u. CHARRIN. Influence des agents atmosphériques, en particulier de la lumière et du froid sur le bacille pyocyanique. Sem. médic. 1894, Nr. 4.
Arch. de phys. norm. et path. t. VI, 1894, p. 335.

DE BARY. Recherches sur le développement de quelques champignons parasites.
Ann. de sc. nat. IV. Botanique t. XX, 1863.

BECK u. SCHULTZ. Über die Einwirkung sogen. monochromatischen Lichtes auf die Bakterienentwickelung.
Zeitschr. f. Hygiene 1896, p. 490.

BEYERINCK. Über Atmungsfiguren beweglicher Bakterien.
Centralbl. f. Bakt. XIV, 1893, p. 827.

BIE. Undersøgelser over Virkningen af Spektrets forskellige Afdelinger paa Bakteriers Udvikling.
Medd. fra Finsens Lysinstitut I, 1899.

— Om Lysets Evne til at dræbe Gær- og Skimmelsvampe.
Medd. fra Finsens Lysinstitut I, 1899.

— Untersuchungen über die bakterientötende Wirkung der verschiedenen Abteilungen des Spektrums. Mitteilungen aus Finsens medizinske Lysinstitut I, 1900.

— Über das Vermögen des Lichtes, Spross- und Schimmelpilze zu töten. Mitteilungen aus Finsens medizinske Lysinstitut I, 1900.

BILLINGS u. PEEKHAM. The influence of certain agents in destroying the vitality of the typhoid and of the colon bacillus.
Science News, 1895, I, 7, p. 169.

BOCK. Über die Einwirkung sogen. monochromatischen Lichtes auf die Bakterienentwickelung.
Zeitschr. f. Hyg. u. Infk. 1896, XXIII, p. 490.

BUCHNER. Über den Einfluss des Lichtes auf Bakterien. I. Mitteilung. Centralbl. f. Bakt. XI, 1892.

— Über den Einfluss des Lichtes auf Bakterien. II. Mitteilung. Centralbl. f. Bakt. 1892, XII.

— Über den Einfluss des Lichtes auf Bakterien und über die Selbstreinigung der Flüsse.
Arch. f. Hyg. 1893, XVII, p. 179.

CHARRIN. Les agents atmosphériques et les bactéries.
IIème Congr. int. d. méd. Rome 1894.
Ref. sem. méd. 1894, p. 176.

CHEMELEWSKY. Zur Frage über die Wirkung des Sonnen- und elektr. Lichtes auf die Eiterbakterien. Wratsch $^{20}/_{92}$.
Ref. Centralbl. f. Bakt. 1892.

CHMILIEWSKY [identisch mit dem vorhergehenden]. Zur Frage über den Einfluss des Sonnen- und des elektrischen Lichtes auf pyogene Mikrobien. Chir. Wjestnik $^{12}/_{93}$.
Ref. Centralbl. f. Bakt. 1894.

DANDRIEU. Influence de la lumière dans la destruction des bactéries pour servir à l'étude du „tout à l'égout".
Ann. d'Hyg. 1888, p. 448.

DIEUDONNE. Beiträge zur Beurteilung der Einwirkung des Lichtes auf Bakterien.
Arb. a. d. kais. Ges.-Amt. 1894, IX, p. 405.

— Bedeutung des Wasserstoffsuperoxydes für die bakterientötende Kraft des Lichtes. Ib.

DOWNES u. BLUNT. Researches on the effect of light upon bacteria and other organisms. Proceed. of the Royal Soc. of Ld. Decb. 1877, vol. XXVI, p. 488.

— On the Influence of light upon protoplasm.
Ib. Decb. 1878, vol. XXVIII, p. 199.

DOWNES. On the action of sunlight on mikroorganisms etc., with a demonstration of the influence of diffused light.
Proc. of the R. S. of Ld. Jan. 1886. vol. XL, p. 14.
Trans. a. Proceed. of the R. S. of Victoria. Vol. XX.

DUCLAUX. Influence de la lumière du soleil sur la vitalité des germes de microbes. C. r: Jan. 1885, t. C, p. 119.

DUCLAUX. Sur la durée de la vie chez les germes des microbes. Ann. de chim. et de phys. Mai 1885, sér. VI, t. V, p. 54—59.

— Influence de la lumière du soleil sur la végétation et les propriétés pathogènes du Bacillus anthracis. C. r. t. C. Juni 1885.

— Influence de la lumière du soleil sur la vitalité de micrococcus. C. r. t. CI, Aug. 1885.

— Action de la lumière sur les microbes, revue critique. Ann. de l'inst. Pasteur. 1887, p. 88.

— Sur les analogies entre les procès de fermentation et de combustion solaire. Ann. d. l'inst. Pasteur, 1893, p. 751.

ELFUING. Studien über die Einwirkung des Lichtes auf die Pilze. Helsingfors 1890.

ENGELMANN. Über Licht- und Farbenperception niederster Organismen. Arch. f. d. ges. Physiol. XXIX, 1882, p. 387.

— Bacterium photometricum: ein Beitrag zur vergleichenden Physiologie des Licht- und Farbensinnes. Pflügers Arch. f. Physiol. XXX, 1883, p. 95.

— Die Purpurbakterien und ihre Beziehungen zum Licht. Bot. Zeit. 1888, Nr. 42—45.

ESMARCH. Über Sonnendesinfektion. Zeit. f. Hyg. u. Infk. XVI, 1894, p. 257.

SERRANO FATIGATI. Influence des diverses couleurs sur le développement et la respiration des infusoires. C. r. LXXXIX, p. 595.

FAVITZKY. . . . . Wratsch 1890, Nr. 37.

FERMI u. CELLI. Beitrag zur Kenntnis des Tetanusgiftes. Centr. f. Bakt. XII, 1892, p. 617.

FINSEN. Om Anvendelsen i Medicinen af koncentrerede kemiske Lysstraaler. Kbh. 1896.

— Über die Anwendung von konzentrierten chemischen Lichtstrahlen in der Medizin. Leipzig 1899.

FLÜGGE. Die Mikroorganismen, 1896, I, pp. 88, 136, 159, 163, 208, 301, 334, 343, 432, 435, 442, 495.

FRANKLAND. Die Bakteriologie in einigen ihrer Beziehungen zur chemischen Wissenschaft. Centr. f. Bakt., 1894, XV, p. 101. Siehe auch Proceed. R. S. of Ld. 1893.

GAILLARD. De l'influence de la lumière sur les microorganismes. Th. de. Lyon, 1888.

GALEOTTI. Ricerche biologiche sopra alcuni bacteri cromogeni sperimentale. Mem. origin. 1892.

GEISLER. Zur Frage über die Wirkung des Lichtes auf Bakterien. Centr. f. Bakt. u. P. 1892 Nr. 6—7. XI. Arch. de méd. exp. et d'anat. path. 1891. F. III, p. 800.

GIUNDI. Sull'azione della luce sulla fermentazione acetica. Staz. sperim. agr. ital. XVIII. 1890 p. 171.

GLADSTONE u. TRIBE. . . . . Journal. chem. Soc. Aug. 1883.

GREEN. The influence of light on diastase. Ann. of Boston 1894. Ref. Centr. f. Bakt.

JAMIESON. The influence of light on the development of bacteria. Nature, Juli 1882, XXVI, p. 244.

— The influence of light on bacteria. Trans. a. Proceed. of the R. S. of Victoria, vol. XX.

JANOWSKI. Zur Biologie der Typhusbacillen. Centr. f. Bakt. VIII, 1890, p. 167.

KLEBS. Allg. Path. Jena 1887, Bd. I.

KNY. Die Beziehung des Lichtes zur Zellteilung bei Saccharomyces cerevisiæ. Ber. d. deutsch. bot. Ges. II, 1884.

KOCH. Vortr. a. d. X. intern. Kongr. Berlin. 1890, Verh. Bd. I.

KOTLJAR. Zur Frage über den Einfluss des Lichtes auf Bakterien. Wratsch. 1892. Ref. Centr. f. Bakt. 1892, XII, p. 836.

KRUSE. Über die hygienische Bedeutung des Lichtes. Zeit. f. Hyg. XIX, 1895, p. 313.

AXEL L. LARSEN. Paavirkes de forskellige Bakterier ens eller forskelligt af Lyset? Medd. fra Finsens Lysinstitut. I, 1899.

Axel L. Larsen. Haben die verschiedenen Bakterienarten dieselbe Widerstandskraft dem Lichte gegenüber? Mitteilungen aus Finsens medicinske Lysinstitut I, 1900.

Laurent. Influence de la lumière sur les spores du charbon des ceréales.
C. r. de la Soc. royale de Bot. de Belg. t. XXVIII, 1889.

— Étude sur la variabilité du bacille rouge de Kiel.
Ann. de l'inst. Pasteur. 1890, Nr. 8.

Ledoux-Lebard. Action de la lumière sur le bacille diphtérique.
Arch. d. med. exp. et d'anat. path. 1893, p. 779.

— Action de la lumière sur le bacille diphtérique.
Rev. des malad. de l'enfance. 1894. XII, p. 66.

Loew. Über das Verhalten niederer Pilze gegen anorganische Stickstoffverbindungen. Biol. Centralbl. X. 1890, p. 14.

Lübbert. Biologische Spaltpilzuntersuchungen.
Würzburg 1886.

Martinaud. Influence des rayons solaires sur les levures que l'on rencontre à la surface des raisins. C. r. CXIII, 1891.

Masella. Influenza della luce solare diretta sulle infezioni nelle cavie coi bacilli del colera asiatico e dell' ileo-tifo.
Ann. d'Igiene sperim. V, 1895.
Ref. Centralbl. f. Bakt. XVIII, 1895, p. 759.

Migneco. Azione della luce solare sulla virulenza del bacillo tubercolare. Annali d'Igiene sperim. 1895.

— Wirkung des Sonnenlichtes auf die Virulenz der Tuberkelbacillen. Arch. f. Hyg. XXV, 1895; p. 361.

Momont. Action de la dessication, de l'air et de la lumière sur la Bactéridie charbonneuse filamenteuse.
Ann. d. l'inst. Pasteur, 1892, p. 21.

Mutschler. . . . . .
Forschungsberichte üb. Lebensm. u. ihre Bez. z. Hyg. III, 1896.

Nocard. . . . . Recueil de méd. vétérin. 1885.

Onimus. Action de la lumière sur les microbes.
Th. de Paris, 1889.

Palermo. Azione della luce solare sulla virulenza del bacillo del colera.

Ann. dell'ist. d.'igiene sperim. dell'univ. di Roma 1893. f. IV.
Ref. Centralbl. f. Bakt. XVIII, 1895. p. 665.

Pansini. Dell'azione della luce solare sui microorganismi.
Boll. d. Soc. di naturalisti in Napoli, 1890.

Patella. Ricerche batteriologiche sulla pneumonite cruposa.
Ann. dell'ist. d'igiene sper. di Roma, vol. I, f. I.

Piazza. Sull' influenza della luce solare sulla tossina difterica.
Ann. d'Igiene sper. vol. V, f. 4.

Palmirski u. Orlowski. . . . . Medycyna, 1895.

Prove. Le Micrococcus ochroleucus.
Ann. de l'inst. Pasteur, 1888, p. 101.
Cohn's Beitr. z. biol. d. Pflanzen, IV, 3, p. 409.

Ransome u. Delépine. On the influence of certain natural agents on the virulence of the Tubercle-Bacillus.
Proc. of the Royal. Soc. of Ld. 1894, LVI, p. 51.

Raspe. Einfluss des Sonnenlichtes auf Mikroben.
Inaug.-Diss. Rostock. 1891.

Raum. Der gegenwärtige Stand unserer Kenntnisse über den Einfluss des Lichtes auf Bakterien und auf den tierischen Organismus. Zeit. f. Hyg. Bd. VI, 1889.

Richardson. The action of light in preventing putrefactive decomposition, and in inducing the formation of hydrogen peroxide in organic. liquids. Journ. of chem. Soc. I, 1893.
Ref. Berichte d. deutsch. chem. Ges., 1893, p. 823.

Roux. De l'action de la lumière et de l'air sur les spores de la bactéridie du Charbon.
Ann. de l'inst. Pasteur, I, 1887, p. 174.

Sanfelice. Influenza degli agenti fisico-chimici sugli anaerobi patogeni del terreno.
Ann. dell'ist. d'igiene di Roma, 1893, vol. 4, p. 333.

Santorini. Influenza della temperatura sull'azione microbicida della luce. Bollet. d. Acc. med. di Roma 1890.

Saverio Santori. . . . . .
Ann. dell'istit. d'igiene di Roma, II, f. 2.

Schlösing u. Müntz. Sur la nitrification par des ferments organisés. C. r. LXXXV, 1877.

SCHRÖTER. Über einige durch Bakterien gebildete Pigmente. Cohns Beitr. z. Biol. d. Pflanzen 1872, p. 111.

SCHULTZ. Über die Einwirkung monochromat. Lichtes auf die Bakterienentwickelung. Arch. f. Anat. u. Phys. I—2, p. 150. Zeit. f. Hyg. XXIII, 1896, physiol. Abt.

SOYKA. Über den Einfluss des Bodens auf die Zersetzung organischer Substanzen. Zeit. f. biol. XIV, 1878, p. 466.

STERNBERG. . . . . Practitionner, 1893, vol. 50, Nr. 297.

STRAUSS. De l'action des rayons lumineux sur les microbes. Soc. d. Biol. 1886. Ref. Sem. méd. 1886, p. 456.

v. TAPPEINER. Über die Wirkung fluorescirender Stoffe auf Infusorien, nach Versuchen von O. RAAB. Vers. d. Ges. deutch. Naturf. u. Ärzte, München. Sept. 1899. Ref. Deutsche med. Wochenschrift Nr. 42, 1899.

VAN TIEGHEM. Action de la lumière sur la végétation du Penicillium glaucum dans l'huile. Bull. d. l. Soc. bot. d. France. 1887.

— Culture et développement du Pyronema confluens. Ib. 1884.

TIZZONI u. CANTANI. Über die Widerstandsfähigkeit der Tetanusbacillen gegen physikalische und chemische Einwirkungen. Arch. f. exp. Path. XXVIII, 1891.

TYNDALL. Note on the influence exercised by light on organic infusions. Proc. of the R. S. of Ld. Dccb. 1878, XXVIII, p. 212.

— On the arrestation of infusorial life. Nature, Sept. 1881, XXIV, p. 466.

UFFELMANN. Hygienische Bedeutung des Sonnenlichtes. Wiener Klinik, 1889.

— Die Selbstreinigung der Flüsse mit besonderer Rücksicht auf Städtereinigung. Berl. kl. Woch. 1892.

VAILLARD u. VINCENT. Sur le poison tétanique. Soc. de Biol., Ref. Sem. med. Nr. 511, 1890.

MARSHALL WARD. Experiments on the action of light on Bacillus anthracis. Proceed. of the R. Soc. of Ld. 1893, LII, p. 393.

MARSHALL WARD. Further experiments on the action of light on Bacillus anthracis. Ib. 1894, LIII, p. 23.

— The action of light on Bacteria. III. Ib. 1894, LIV, p. 472.

— Further experiments on the action of light on Bacillus anthracis and on the bacteria of the Thames. Ib. 1884, LVI, p. 315.

MARSHALL WARD u. FRANKLAND. First report of the water research committee etc. Ib. 1892, LI, p. 183.

WARRINGTON. . . . . Chem. News, Decbr. 1887.

WESBROOK. Some of the effects of sunlight on Tetanus cultures. Journ. of Path. a. Bact. vol. III, p. 70, 1894—95.

— The growth of Cholera (a. other) bacilli in direct sunlight. Journal of Pathol. III, 1896, p. 352.

WETTSTEIN. . . . . Sitzber. d. Wien. Ak. d. Wiss. 1891.

WINTER. Heliotropismus bei Peziza Fucheliana de By. Bot. Zeit. 1874.

WITTLIN. Über die Einwirkung der Sonnenstrahlen auf den Keimgehalt des Strassenstaubes. Wien. klin. Woch. 1896.

II.

Das Aktinoskop

von

Absalon Larsen.

Die Lichtsammelapparate des Lichtinstitutes sind bekanntlich mit Bergkrystalllinsen versehen und mit einer die Wärmestrahlen absorbierenden Wasserschicht kombiniert.

Seitens des Institutes ist mir nun die Aufgabe gestellt worden, einen Apparat zu konstruieren, mit dessen Hilfe sich leicht und schnell nachweisen lässt, ob das von den Sammelapparaten konzentrierte Licht ultraviolette Strahlen enthält, oder ob diese, was bei guten Apparaten nicht der Fall sein darf, absorbiert worden sind. Den zu diesem Gebrauche konstruierten Apparat habe ich das Aktinoskop genannt. Die Grundlage des Apparates ist die von HERTZ[1]) beobachtete Erscheinung, dass ultraviolette Strahlen die Entstehung elektrischer Funken befördern. Werden z. B. Funken zwischen einer Platinplatte und einer kleinen Messingkugel mittelst eines kleinen RUHMKORFFschen Induktoriums gebildet, dann wird man die Elektroden bedeutend weiter voneinander entfernen können, ohne dass die Funken aufhören, wenn die als negative Elektrode dienende Platinplatte von ultravioletten Strahlen bestrahlt wird, als wenn dies nicht der Fall ist.

In einem Holzkasten (24×26×26 cm) befindet sich ein Trockenelement und ein RUHMKORFFsches Induktorium. Die

Elektroden befinden sich in einem kleineren Holzkasten (8×8×17 cm) (Fig. 1). Die Elektroden *a* und *b* sind mittelst gut isolierten Leitungen mit den sekundären Windungen des Induktoriums in Verbindung gesetzt. Der Bequemlichkeit halber wird der Hauptstrom durch einen an den kleinen Kasten befestigten in der Figur nicht gezeichneten Unterbrecher geführt. Die negative Elektrode *a* besteht aus einer mit Platin belegten Messingplatte von 2 cm Durchmesser. Die positive Elektrode ist eine Messingstange *b*, die mittelst eines Hartgummischraubenkopfes *c* von der platinbelegten Platte entfernt oder an dieselbe genähert werden kann. Durch die Oeffnung, *o*, tritt das Licht ein und trifft die platinbelegte Platte.

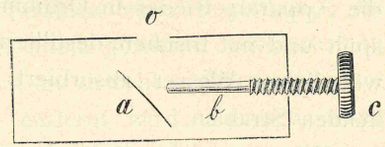


Fig. 5.

Der Versuch wird folgendermaassen angestellt: Der kleine Kasten wird so in der Hand gehalten, dass die Platinplatte in Schatten liegt. Der Hauptstrom wird geschlossen und die Messingstange wird zunächst so weit an die Platinplatte genähert, dass Funken entstehen, und darauf wieder etwas zurückgedreht, so dass die Funken aufhören. Dann wird der Kasten so gehalten, dass die zu untersuchenden vom Sammelapparate kommenden Strahlen durch die Oeffnung *o* die Platinplatte treffen. Falls nun ultraviolette Strahlen vorhanden sind, werden augenblicklich lebhafte Funken entstehen, die ebenso schnell wieder aufhören, wenn die Platinplatte in den Schatten gebracht wird, oder wenn selbst eine ganz dünne Glasplatte vor die Oeffnung gehalten wird. Behufs Kontrolle prüft man, ob die direkt von der Bogenlampe kommenden nicht konzentrierten Strahlen Funken hervorrufen können

Es ist nie schwer zu entscheiden, ob die Strahlen wirken oder nicht. Das Geräusch der Funken ist ein ganz bestimmtes, falls ultraviolette Strahlen vorhanden sind. Das Ganze verläuft

so leicht und so schnell, dass 10 Sammelapparate in weniger als 10 Minuten mit dem Aktinoskop geprüft werden können.

Die Sammelapparate des Institutes wurden mit dem Aktinoskop geprüft. Etwa vorhandene Fehler rührten meistens von Verunreinigungen der Wasserlage her. In zwei Fällen wurde konstatiert, dass die zum Reinigen der Sammelapparate benutzte Salzsäure nicht mit genügender Sorgfalt weggespült worden war. In anderen Fällen rührte die die ultravioletten Strahlen absorbierende Verunreinigung von der zur Befestigung der Linsen benutzten Kittmasse her. In allen Fällen wurden die Apparate wieder in Ordnung gebracht, nachdem sie gespült und mit frischem destillierten Wasser gefüllt waren. Gewöhnliches Wasser absorbiert die auf das Aktinoskop wirkenden Strahlen.

Wie man sieht, kann das Aktinoskop in manchen Fällen nützlich sein, obschon es nur qualitative und nicht quantitative Resultate liefert. Die auf das Aktinoskop wirkenden Strahlen sind ziemlich weit im ultravioletten Gebiete belegen, was daraus zu sehen ist, dass sie nicht nur von Glas, sondern auch von ganz verdünnter Salzsäure, von unerheblichen unorganischen Verunreinigungen und von gewöhnlichem Wasser absorbiert werden.

Da nun so gut wie alle Substanzen, die ultraviolette Strahlen absorbieren, bei kleiner Quantität nur die im ultravioletten Spektralgebiete am weitesten belegenen Strahlen abschneiden und erst bei grösserer Quantität auch die näher dem sichtbaren Spektrum belegenen Strahlen absorbieren, darf man die Aktinoskopprobe als eine strenge Probe betrachten. Wenn die Strahlen auf das Aktinoskop wirken, darf man sicher annehmen, dass die Sammelapparate in Bezug auf die Absorption in Ordnung sind.

Ueber die hier zur praktischen Verwendung kommende, von HERTZ entdeckte Erscheinung sei auf die umfassenden

Untersuchungen von WIEDEMANN und EBERT[1]) verwiesen. Aus denselben geht hervor, dass die Erscheinung je nach der Form und Natur der Elektroden und der Art und dem Drucke der Luft verwickelt und mannigfaltig ist. Namentlich sei darauf aufmerksam gemacht, dass die Bestrahlung nicht nur die Funkenlänge vergrössert, sondern auch den Charakter der Entladung völlig ändert.

Während der Arbeit mit dem Aktinoskope habe ich einen besonderen Umstand bemerkt, der meines Wissens früher nicht beobachtet wurde. Es zeigt sich nämlich, dass durch die Einwirkung der direkten Strahlen einer Bogenlampe die Entladung am lebhaftesten in einem gewissen Abstande von der Lampe stattfindet, während sie sowohl aufhört, wenn der Apparat weit von der Lampe entfernt wird, als auch, wenn er ganz nahe der Lampe genähert wird.

Im letzteren Falle erscheinen die Funken wieder, entweder wenn ein mit einer kleinen Oeffnung versehener Schirm oder eine Wasserlage vor die Lampe gehalten wird. Licht, das von einer Bergkrystalllinse auf die Platinplatte konzentriert wurde, wirkte dagegen sehr kräftig. Indessen habe ich im Augenblicke, wo diese Mitteilung geschrieben wird, nicht die Gelegenheit gehabt, die genannte Erscheinung näher zu untersuchen.

Es sei noch bemerkt, dass die Einwirkung der ultravioletten Strahlen auf die elektrische Entladung in jüngster Zeit zur Telegraphierung[2]) benutzt worden ist.

1) Annalen der Physik und Chemie 33, p. 241 und 35 p. 209, 1888.
2) Elektrotechnische Zeitschrift 19, p. 414, 481, 826, 1898.

III.

Ein Photometer.

von

Absalon Larsen.

Zur Messung der Intensität des konzentrierten Lichtes habe ich den im folgenden beschriebenen Apparat konstruiert.

Einige zerschlagene Bergkrystalllinsen wurden zu feinem Sande zerstossen, der in Wasser geschlemmt wurde. Was sich nach Verlauf von einigen Minuten noch schwebend erhielt, wurde getrocknet und bildete dann ein sehr feines weisses Pulver. Dieses Pulver wurde zwischen zwei in einen Messingring eingefassten Bergkrystallplatten gepresst. Das Ganze bildete jetzt eine milchgefärbte Platte, die über eine runde Öffnung an der einen Seite eines viereckigen, innen mattschwarzen und mit Blenden versehenen Holzkastens, der in Fig. 1 dargestellt ist, befestigt wurde. *a* ist die milchgefärbte Bergkrystallplatte, *b*, *b* sind zwei Blenden mit Öffnungen von derselben Grösse wie die Platte. An der der Platte gegenüberliegenden Seite *c* des Kastens, die geöffnet werden kann, wird ein frisch präpariertes Stück Chlorsilberpapier befestigt. Die Platte *a*, die vorläufig mit einem in der Figur nicht gezeichneten Deckel geschlossen ist, wird da, wo das Licht konzentriert wird, gestellt, und der Deckel wird darauf abgenommen. Nach

Verlauf einer gewissen mit Chronograph gemessenen Zeit, etwa nach 3 Minuten, wird der Deckel wieder vor die Öffnung gestellt. Das Chlorsilberpapier ist dann geschwärzt worden, und aus dem Schwärzungsgrade des Papiers lässt sich, wie unten beschrieben ist, die Intensität des Lichtes bestimmen. Durch Verwendung der beschriebenen Bergkrystallplatte wird das Licht so geschwächt, dass die zur Hervorrufung einer passenden Schwärze nötige Zeit so gross wird, dass sie genau gemessen werden kann, während das Papier bei direkter Bestrahlung mit konzentriertem Lichte in sehr kurzer Zeit geschwärzt wird. Andererseits ist die Schwächung des Lichtes nicht mit Absorption der ultravioletten Strahlung verbunden, was der Fall sein würde, wenn man eine gewöhnliche Milchglasplatte verwendet hätte. Die Wirkung des feinen Bergkrystallpulvers auf das Licht muss in der Weise aufgefasst werden, dass die das Pulver treffenden Strahlen nach zahlreichen Reflektionen und Brechungen als diffuses Licht wieder das Pulver nach allen Richtungen verlassen, so dass die Platte als eine neue Lichtquelle betrachtet werden kann. Das Vorhandensein von ultravioletten Strahlen in dem von der Bergkrystallplatte unter den genannten Umständen ausgehenden diffusen Lichte ist mit dem im vorhergehenden beschriebenen Aktinoskope konstatiert worden.

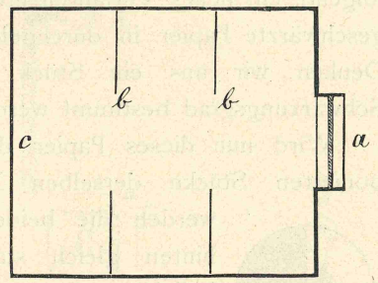


Fig. 6.

Die Verwendung photographischen Papieres zur Messung der chemischen Intensität des Lichtes ist ein sehr übliches Verfahren, das z. B. von Roscoe und Wiesner benutzt worden ist (siehe die Mitteilungen des Institutes I, p. 109, 1900). Die genannten Forscher verglichen die Farbe der Oberfläche

des Papiers mit geeigneten Normalfarben. Indessen besteht zwischen der Oberflächenfarbe und der Lichtmenge kein einfacher Zusammenhang. Es muss deswegen durch Vorversuche bestimmt werden, welche Lichtmenge jeder der Normalfarben entspricht, und man muss nachher immer dafür Sorge tragen, dass die Schwärzung des Papiers gleich der einer Normalfarbe wird, da das Auge nicht Farbenunterschiede quantitativ zu schätzen vermag. Ich habe deswegen auf die Verwendung von Normalfarben verzichtet und, dem Rate des Herrn Dr. Bang folgend, ein neues Verfahren erdacht, das darin besteht, das geschwärzte Papier in durchgehendem Lichte zu betrachten. Denken wir uns ein Stück exponiertes Papier, dessen Schwärzungsgrad bestimmt werden soll.

Wird nun dieses Papier dicht neben einem nicht exponierten Stücke derselben Papiersorte angebracht und werden die beiden Stücke im Dunkelzimmer hinten gleich stark, mit der Lichtstärke 1, belichtet, dann werden sie, von der Vorderseite betrachtet, nicht gleich hell erscheinen. In der Figur 7 stellt *a* das nicht geschwärzte und *b* das geschwärzte Papier vor. Durch Verstärkung des an die Hinterseite des Papiers *b* fallenden Lichtes kann erreicht werden, dass *b* ebenso hell wie *a* erscheint. Ist die dazu nötige Lichtstärke z. B. 4, während das Papier *a* wie früher mit der Lichtstärke 1 belichtet wird, dann werde ich den Schwärzungsgrad des Papiers *b* gleich 3 setzen; denn wäre das Papier *b* nicht geschwärzt worden, dann würde die Lichtstärke 1 genügen, um *b* ebenso hell wie *a* erscheinen zu lassen; nun ist die Lichtstärke 4 hierzu notwendig; die Lichtstärke 3 ist dann von den im Papiere ausgeschiedenen Silberteilchen zurückgehalten worden. Versuche haben gezeigt, dass der in dieser Weise bestimmte Schwärzungsgrad jedenfalls bis zum Schwärzungsgrade 2 mit

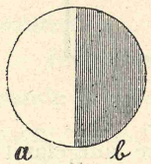


Fig. 7.

derjenigen Lichtmenge proportionel ist, welche die Schwärzung hervorgerufen hat. Es ist deswegen rationeller, das Papier in durchgehendem Lichte zu betrachten, als die Oberflächenfarbe zu beurteilen, und man kann die schwierige Verwendung der Normalfarben entbehren.

Die Messungen werden mit dem in Figur 8 dargestellten Apparate ausgeführt. *C* ist ein Doppelprisma nach Lummer und Brodhun [1]), *D* eine Lupe. Das Doppelprisma ist so geschliffen, dass man in einem gewissen Abschnitte der Berührungsfläche der zwei Hälften hindurchschauen kann und folglich das Papierstück *a* betrachtet, während an allen anderen Stellen der Berührungsfläche Totalreflektion stattfindet, so dass man dort das Papierstück *b* sieht. *a* und *b* werden mit zwei Glühlampen *A* und *B*, die auf zwei mit Teilstrichen versehenen Schienen verschiebbar sind, belichtet. Da man nicht annehmen darf, dass die zwei Glühlampen genau dieselbe Lichtstärke besitzen, wird der Versuch in folgender Weise angestellt. *B* wird in einem gewissen Abstande, z. B. 100 cm, von dem nicht geschwärzten Papierstücke *b* gestellt, und *A* wird verschoben, bis die zwei im Prisma gesehenen Felder gleich hell erscheinen. Nun wird an Stelle von *b* das zu messende, geschwärzte Papierstück eingesetzt. Um wieder Gleichheit der

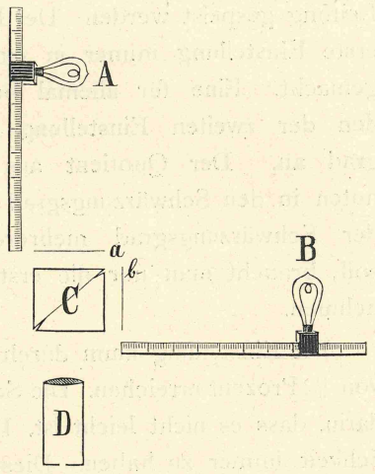


Fig. 8.

1) Zeitschrift für Instrumentenkunde 1892, pag. 41.

zwei Felder zu erreichen, muss man B näher an das Prisma heranrücken, sagen wir bis zum Abstande 50 cm. Die Lichtstärke des auf b fallenden Lichtes ist nun $\left(\frac{100}{50}\right)^2$ = viermal grösser als vorher; der Schwärzungsgrad ist infolgedessen 3. Die Lichtstärke von Glühlampen verändert sich ganz erheblich mit der Betriebsspannung. Dies ist indessen ohne Bedeutung, wenn die beiden Lampen gleich sind und von derselben Leitung gespeist werden. Der Bequemlichkeit halber wird die erste Einstellung immer in einem und demselben Abstande gemacht. Eine für allemal berechnete Tabelle giebt dann den der zweiten Einstellung entsprechenden Schwärzungsgrad an. Der Quotient aus der Expositionszeit in Minuten in den Schwärzungsgrad giebt die Lichtstärke. Wenn der Schwärzungsgrad mehrerer Stücke bestimmt werden soll, braucht man nur die erste Einstellung einmal zu unternehmen.

Die Einstellung kann durch Übung leicht eine Genauigkeit von $^1/_2$ Prozent erreichen. Die Schwierigkeit der Methode liegt darin, dass es nicht leicht ist, Papier von derselben Empfindlichkeit immer zu haben. Dieselbe Schwierigkeit haftet aber auch den älteren Metoden an. Ich habe stets Rives Rohpapier benutzt und dasselbe selbst präpariert. Stücken von der Grösse eines Viertelbogens werden 5 Minuten in eine dreiprozentige Lösung von NaCl gelegt und danach zum Trocknen senkrecht aufgehängt. Nach dem Trocknen wird der untere Teil des Papiers, der mehr NaCl als der übrige enthält, weggeschnitten. Das so gesalzene Papier wird einen Tag vor dem Gebrauche 3 Minuten hindurch in eine zehnprozentige Lösung von $AgNO_3$ gelegt, und danach dreimal in reinem Wasser jedesmal eine Minute gespült, worauf es zum Trocknen im Dunkelzimmer aufgehängt wird.

Die hier beschriebene Methode zur Bestimmung des Schwärzungsgrades photographischen Papieres ist u. a. zur Messung der in Agar und Bouillon stattfindenden Absorption benutzt worden. Ferner ist dieselbe Methode zur Bestimmung der Abhängigkeit der photochemischen Intensität des Bogenlichtes von der Stromstärke und der Spannung, wie im folgenden gezeigt wird, benutzt worden.

14. September 1899.

IV.

Die Abhängigkeit des elektrischen Bogenlichtes von der Stromstärke und der Spannung

von

Absalon Larsen.

Um eine Vorstellung von der Art und Grösse der mit Veränderungen der Stromstärke und Spannung einhergehenden Veränderungen des elektrischen Bogenlichtes zu erhalten, habe ich einige Messungen der Lichtintensität teils mit Bolometer, teils mit photographischem Papiere vorgenommen. Vor dem Bolometer befand sich eine Glasplatte zur Absorption von Wärmestrahlen, so dass die Bolometermessungen annäherungsweise die ganze in Wärme umgesetzte Energiemenge der sichtbaren Strahlen angeben, während die Messungen mit photographischem Papiere, dessen Schwärzungsgrad in der im vorhergehenden beschriebenen Weise bestimmt wurde, annäherungsweise ein Maass der Intensität der violetten Strahlen bilden.

Die in der folgenden Tabelle unter „Bolometer" angegebenen Zahlen sind so umgerechnet, dass sie angeben, wieviel Grammkalorien per Sekunde die auf das Bolometer fallenden Strahlen im Bolometer entwickeln würden, wenn das Bolometer sich im Abstande 1 Meter vom Krater befand, und die Oberfläche des Bolometers ein Quadratmeter gross war. Die unter „Phot. Papier" angegebenen Zahlen sind aus dem Schwärzungsgrade folgendermaassen berechnet: Der Schwärzungsgrad,

welcher bei allen Versuchen zwischen 0,5 und 1 lag, ist durch die Expositionszeit in Minuten dividiert und mit dem Quadrate des in Metern ausgedrückten Abstandes vom Krater multipliziert. Die so entstandenen Zahlen, die den einer Expositionszeit von 1 Minute und einem Abstande von 1 Meter entsprechenden Schwärzungsgrad angeben, sind noch mit 100 multipliziert worden, damit sie als ganze Zahlen hervortreten konnten.

Die Handlampe				Die Nebenschlusslampe			
Ampère	Volt	Bolom.	Phot.Pap.	Ampère	Volt	Bolom.	Phot.Pap.
7,7	40	7,2	13,3*)	18,5	ca. 50	32,1	62,2
7,6	45	9,3	15,4*)	23	„ 50	39,3	125
7,6	50	9,1	15,5*)	27	„ 50	47,5	98
7,6	55	9,9	15,1*)	30	„ 50	47,5	165
7,8	60	10,5	15,0*)	35	„ 50	55,8	185
5,3	50	6,9	11,5	39,5	„ 50	61,0	196
6,9	50	9,0	15,2	47,5	„ 50	69,6	324
8,2	50	10,8	24,0	18,5	ca. 50	28	77
11,5	50	14,5	47,2	26,5	„ 50	41	128
13,6	50	17,4	59,2	31,5	„ 50	48	183
7,3	50	9,2	14,2	36,5	„ 50	53	204
8,0	50	11,6	22,7	43,5	„ 50	63	276
10,5	50	14,6	37,0				
12,8	50	17,9	56,1				
15,9	50	21,8	84,1				

Ich habe das Licht einer kleinen Lampe mit Handregulierung und mit Kohlen von 14 mm und 11 mm Durchmesser und das einer grossen selbstregulierenden Nebenschluss-

*) Mittel aus drei Messungsreihen.

lampe mit Kohlen von 24 mm und 15 mm Durchmesser untersucht. Bei allen Versuchen bildeten die zur Verwendung kommenden Strahlen einen Winkel von 45° mit der Achse der Kohlen, und sowohl die Bolometerfläche als das Papier waren senkrecht auf die Strahlen aufgestellt.

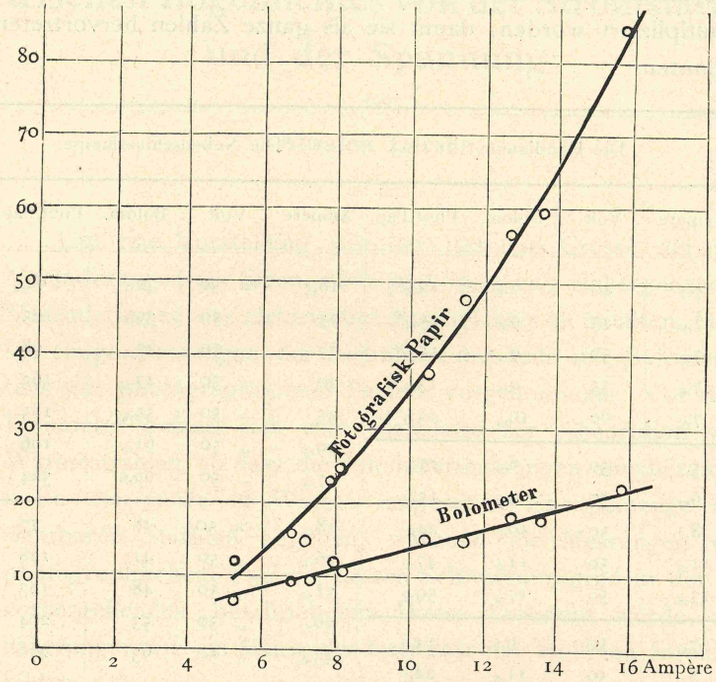


Fig. 9.

Die Abhängigkeit der Lichtintensität von der Spannung ist nur mit der Handlampe untersucht worden. Bei 40 Volt ist sowohl die Wärmewirkung als die photochemische Wirkung bedeutend kleiner als bei den übrigen Spannungen. Zwischen 40 und 60 Volt sind beide als von der Spannung unabhängig zu betrachten; aber schon bei einer Spannung von 60 Volt brennt die Lampe nicht mehr ruhig, und verschiedene Versuche bei dieser Spannung weichen beträchtlich voneinander ab.

Über die Abhängigkeit der Lichtintensität von der Stromstärke sind mit beiden Lampen zwei Versuchsreihen bei einer Spannung von 50 Volt angestellt worden. Die Versuchsergebnisse sind durch die Figuren 1 und 2 graphisch dargestellt. Die Beobachtungen sind durch kleine Kreise gekennzeichnet. Zwischen den Beobachtungen sind Kurven eingelegt. In Fig. 1 (die Handlampe) sind die Abweichungen zwischen den Beobachtungen und der Kurve im grossen und ganzen klein, woraus man sieht, dass die Lampe ruhig gebrannt hat. In Fig. 2 kommen grössere Abweichungen vor. Diese rühren hauptsächlich von den Unregelmässigkeiten her, die jedesmal entstehen, wenn die Reguliervorrichtung arbeitet, jedenfalls wenn man wie bei meinen Versuchen die Spannungsregulierung der automatischen Reguliervorrichtung allein überlässt.

Die Wärmewirkung der Handlampe ist der Stromstärke proportional, die der Nebenschlusslampe nur annäherungsweise. Die photochemische Intensität nimmt dagegen in beiden Fällen viel schneller zu als die Stromstärke. Mit anderen Worten: Wenn in einer gegebenen Lampe die Stromstärke gesteigert wird, nimmt die Intensität des violetten Endes des Spektrums viel schneller zu als die des roten Endes. Für die Handlampe ist z. B. bei 8 Ampère das Verhältnis zwischen den die photochemische Intensität und die Wärmewirkung ausdrückenden Zahlen 2, während das Verhältnis bei 16 Ampère 4 ist. Für die grosse Lampe ist das Verhältnis bei 24 Ampère 2,7 und bei 48 Ampère 5,7.

Eine Vergleichung der beiden Lampen untereinander nimmt man am besten bei Stromstärken vor, welche sich wie die Querschnitte der positiven Kohlen verhalten. Bei 12 Ampère giebt die kleine Lampe die Wärmewirkung 16 und die photochemische Wirkung 49. Die grosse Lampe, deren positive

Kohle den dreifachen Querschnitt hat, giebt bei 36 Ampère die Wärmewirkung 56 und die photochemische Wirkung 198. Das Verhältnis der Stromstärken ist 3, das Verhältnis der Wärmewirkungen ist 3,5, und das Verhältnis der photo-

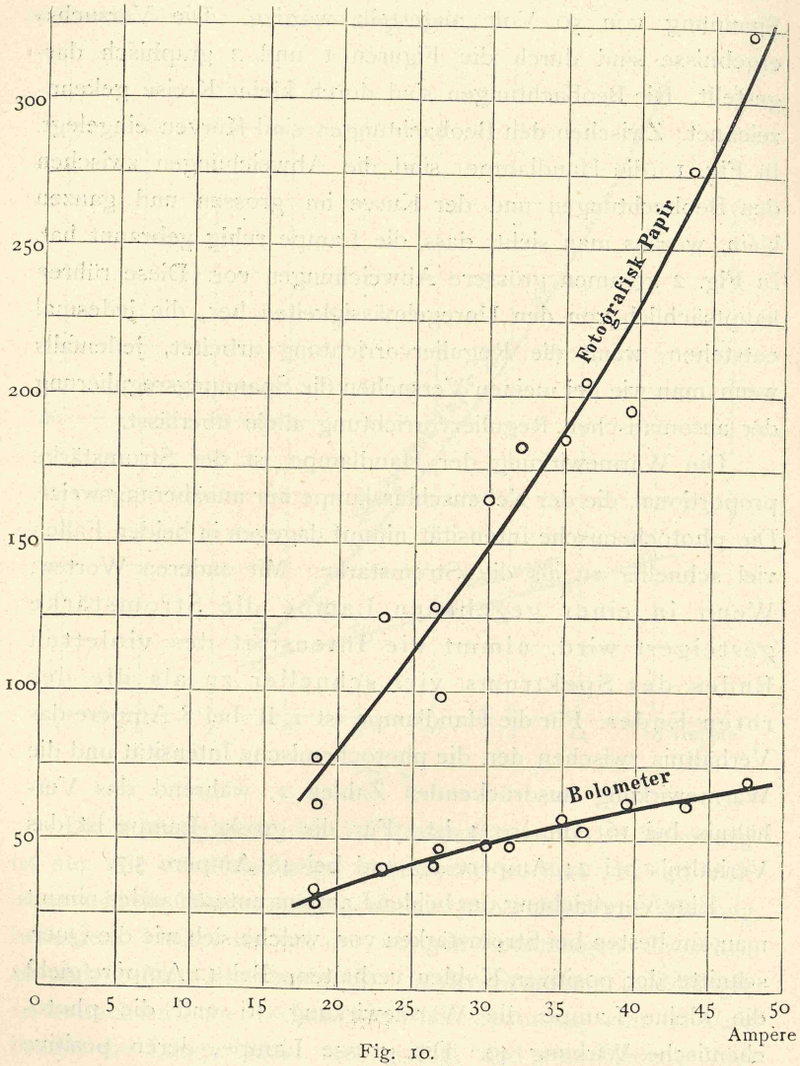


Fig. 10.

chemischen Wirkungen ist 4. Bei derselben Stromdichte ist also eine grosse Lampe ein wenig ökonomischer als eine kleine, und das Licht einer grossen Lampe ist im violetten Spektralgebiete ein wenig mehr entwickelt, als das einer kleinen.

Es ist nicht schwer, einzusehen, dass die Resultate nach dieser Richtung gehen müssen, denn eine Vergrösserung der Stromdichte und eine gleichzeitige Vergrösserung des Kohlenquerschnittes müssen einen grösseren Krater und eine höhere Temperatur geben, wodurch wieder eine vergrösserte Ausstrahlung und eine Verschiebung gegen das Violette bedingt wird. Die hier mitgeteilten Versuche können nur als orientierende betrachtet werden. Zu einer erschöpfenden Untersuchung würden Spektralapparate notwendig sein, mit deren Hilfe die Intensität der Strahlung in allen Spektralgebieten gemessen werden könnte. 27. September 1899.

Das Licht als Incitament

von

Prof. Dr. **Nils R. Finsen.**

Diese Abhandlung wird nicht in der deutschen Ausgabe wiedergegeben, da sie früher in Prof. Finsens Buch: „Über die Bedeutung der chemischen Strahlen des Lichtes für Medizin und Biologie“ erschienen ist.

Lupus vulgaris laryngis.

Eine klinische Untersuchung

von

Prof. Dr. **Holger Mygind.**

Diese Abhandlung wird nicht in der deutschen Ausgabe wiedergegeben, da sie früher im Archiv für Laryngologie, Bd. X, erschienen ist.

V.

Bericht aus Finsen's medicinske Lysinstitut.

Vom 1. Januar bis zum 31. Dezember 1899.

Nachstehender Jahresbericht hat zwar in vielen Beziehungen nur locales Interesse, wird aber hier teils der Vollständigkeit wegen, teils weil er über den Entwickelungsgang des Lichtinstituts einige Aufklärungen giebt, reproduziert.

I.

Von Prof. Dr. **Niels R. Finsen.**

Der erste Jahresbericht des Institutes umfasste den Zeitraum von August 1896 bis zum 31. Dezember 1897. Der jetzige Jahresbericht umfasst die zwei Jahre vom 1. Januar 1898 bis zum 31. Dezember 1899.

Ich kann diesen Jahresbericht ebenso wie den vorigen damit beginnen, dass hier nicht über eine ruhige, gleichmässige Thätigkeit zu berichten ist, sondern über eine in fortdauernder und schneller Entwickelung begriffene, die noch lange nicht zur Ruhe gekommen ist.

Die Arbeit des Institutes für die Lichtsache (den Nachweis der Anwendung des Lichtes in der Medizin und die Bestrebungen behufs Anerkennung in der medizinischen Welt) ist beständig gewachsen, und ganz besonders im Verlauf des letzten Jahres hat die praktische Arbeit, also die Patientenbehandlung, eine vorläufige Kulmination schon am Schlusse des Jahres 1898 erreicht, da die eingeschränkten Platzverhältnisse keine weitere Vergrösserung der Patientenanzahl erlaubten, so dass es keinen anderen Rat gab, als vorläufig eine Menge Patienten abzuweisen. Zu einer gewissen Zeit des Jahres war die Anzahl der vorgemerkten Patienten weit über 100. Dieser Unannehmlichkeit suchten wir dadurch abzuhelfen, dass wir

die hilfsbedürftigsten Patienten zuerst in Behandlung nahmen, ausserdem war begründete Aussicht vorhanden auf eine derartige Erweiterung des Institutes, dass alle berechtigten Ansprüche voraussichtlich zu befriedigen sind. Dies wurde ermöglicht durch den grossen Zuschuss von 240000 Kronen, welche gemäss dem Finanzgesetze von 1899—1900 dem Institute als zinsfreies Darlehen bewilligt wurde, sowie durch die endlich ermöglichte Erwerbung des bereits im vorigen Jahresberichte erwähnten Besitzes in dem Villenviertel „Rosenvaenget", der in jeder Beziehung, sowohl durch seine Gebäude als durch sein Grundareal, sich ausgezeichnet für das Institut eignet.

Während die Zukunft des Lichtinstitutes in ökonomischer und materieller Beziehung dadurch gut gesichert zu sein scheint, lag es mir gleichzeitig am Herzen, durch eine starke innere Organisation, namentlich, was die intellektuellen Kräfte anbelangt, dem Institute ebenfalls eine möglichst grosse Sicherheit zu verschaffen.

Da es doch für jede Institution gefährlich ist, ausschliesslich von einer Person abhängig zu sein, habe ich dies bei dem Lichtinstitute zu vermeiden gesucht dadurch, dass ich jeder Abteilung des Institutes, dem Laboratorium und der Klinik, einen völlig selbständigen und verantwortlichen Leiter gab. Die Leitung des Laboratoriums ist von meinem vieljährigen Mitarbeiter und Freunde, Dr. Sophus Bang[1]), übernommen worden, dessen wissenschaftliche Anlagen und kritische Begabung von grösster Bedeutung für das Lichtinstitut sein werden, und dessen Aufgabe in den kommenden Jahren darin bestehen wird, die Führung der wissenschaftlich-physiologischen Untersuchungen auf dem Gebiete des Lichtes zu übernehmen.

Die Leitung der Klinik erhielt Herr Dr. Holger Forch-

[1]) Dr. Bang ist augenblicklich Assistenzarzt am Kommunehospital und wird daher erst in 1 ½ Jahren völlig zu Diensten des Lichtinstitutes sein.

HAMMER, eingetreten im Februar 1898, zum Oberarzt am Schlusse des Jahres 1899 ernannt, dessen Administrationstalent und praktische Tüchtigkeit dem Institute sehr viel Nutzen unter oft schwierigen Verhältnissen gebracht haben.

Auf diese Weise sind das Laboratorium und die Klinik, die anfangs vereinigt waren, völlig getrennt worden, ich hoffe aber, dass die Trennung vor allem nützen und nicht schaden wird. Da die zwei Abteilungen nebeneinander in demselben Grundstücke liegen werden, und da der Vorsteher des Institutes ein Bindeglied zwischen beiden bildet, so werden die Bedingungen für das notwendige Zusammenarbeiten günstig sein. Andererseits ist das Arbeitsfeld für beide Abteilungen so gross und so verschiedenartig, dass die Trennung durchaus notwendig war.

Das Institut hat, wie früher, zahlreiche Besuche von Ärzten, teils dänischen, teils ausländischen, gehabt. Dem Besuche von ausländischen Ärzten muss man eine grosse Bedeutung zuschreiben, als ein ausgezeichnetes Mittel zur Verbreitung des Interesses für die Lichtbehandlung; denn während das Lichtinstitut und die Lichtbehandlung sich lange der grössten Anerkennung von seiten der dänischen und skandinavischen Ärzte erfreuen konnten, war dasselbe von den ausländischen Ärzten nicht zu erwarten. In der That kann man sich nicht darüber wundern, dass die ärztliche Welt die Mitteilungen über die merkwürdigen Wirkungen, welche die chemischen Strahlen besitzen, mit einem gewissen Misstrauen aufnahm, sei es, dass sie, wie bei den Pocken, schädlich, teils, wie beim Lupus, nützlich sind. Dass diese Sachen ausserdem in einem kleinen, vom grossen Zentrum der Wissenschaften entfernten Lande und ursprünglich in einer nur Wenigen bekannten Sprache erschienen, war von nicht zu unterschätzender Bedeutung.

Die Besuche ausländischer Ärzte waren zweierlei Art:

teils kamen Ärzte, die Kopenhagen gerade passierten und so die Gelegenheit benutzten, das Lichtinstitut zu sehen, teils kamen solche Ärzte, hauptsächlich Dermatologen, ausschliesslich der Sache selbst wegen. Diese letzteren sind bald kürzere, bald längere Zeit geblieben, um die Methode gründlich zu studieren. Auf diese Weise haben wir die Ehre und die Freude gehabt, mehrere der grössten und bekanntesten Dermatologen Europas zu empfangen.

Ein vollständiges Verzeichnis der Orte, in welchen die Methode eingeführt und angewandt wurde, ist nicht gut zu geben, nur annähernd erhält man davon einen Überblick, wenn man das Verzeichnis der Orte, an welche der Fabrikant des Institutes Lichtsammelapparate[1]) gesandt hat, durchsieht. Die hinter dem Namen der Städte eingeklammerten Zahlen bedeuten, dass Apparate in der betreffenden Anzahl an Ärzte oder Hospitäler geliefert wurden.

Athen	London (3)
Baltimore	Moskau
Berlin (2)	München
Breslau	New York
Budapest	Paris (2)
Dortmund	St. Petersburg (4)
Hamburg (3)	Washington
Kairo	Wien (4)
Köln	

1) Im Laufe des Jahres 1899 trat insofern eine Veränderung in Bezug auf den Verkauf der Lichtsammelapparate ein, als die Firma W. A. Schiörring, Reventlowsgade 10, in meinem Namen ein Warenzeichen der Apparate in den meisten Ländern erhalten hat. Der Alleinverkauf derselben ist darauf der ebengenannten Firma übertragen, während die Apparate, wie bisher, von dem Herrn Klempner Warberg fabriziert werden. Alle Apparate werden vor der Versendung auf dem Laboratorium des Instituts untersucht.

Das grosse Interesse und die Gewogenheit, welche Mitglieder des dänischen Königshauses dem Institute und der Lichtsache erwiesen haben, sind von der allergrössten Bedeutung für die Verbreitung der Lichtbehandlung und für ihr Eindringen in gewisse andere Länder Europas gewesen. Im Januar 1898 hatten wir die Ehre des Besuches S. K. H. des Kronprinzen zum ersten Male, und später erwies er dem Lichtinstitute, seiner Arbeit und seinen Patienten das grösste Interesse. Seit der Zeit hat das Lichtinstitut mehrmals die Ehre gehabt, von Mitgliedern des Königshauses und dessen kaiserlichen und königlichen Gästen besucht zu werden. Diese Besuche haben die Bedeutung gehabt, dass die Lichtbehandlung in die drei Länder Griechenland, England und Russland früher und auf eine bessere Weise eingeführt worden ist, als es sonst der Fall gewesen wäre. I. M. die Königin Olga von Griechenland hat Apparate zur Behandlung mit Sonnenlicht an das Hospital „Evangelismos“ in Athen geschenkt und hat ferner eine dänische Krankenwärterin in dem Lichtinstitute ausbilden lassen. I. K. H. die Prinzessin von Wales hat eine vollständige Ausstattung zur Behandlung mit Sonnenlicht und elektrischem Lichte an das grosse „London Hospital“ geschenkt, infolgedessen kam der Oberarzt der dermatologischen Abteilung desselben, Dr. Stephen Mackenzie, nach Kopenhagen, um die Methode ungefähr eine Woche lang zu studieren. Vom Hospitale wurden später zwei Krankenwärterinnen hierher geschickt, die einen Kursus von einem Monate durchmachten.

I. M. die Witwenkaiserin Maria Feodorowna von Russland hat die Methode dort eingeführt und die Russen mit derselben in der besten Weise bekannt gemacht. Ihre Majestät wünschte ein Institut in St. Petersburg ganz nach dem Muster des hiesigen Institutes zu errichten und stellte alle Mittel zur Disposition, so dass sowohl eine wissenschaftliche Abteilung

(Laboratorium), als eine Klinik errichtet wurden. Um die ärztliche Welt in Russland von der Bedeutung der Sache zu überzeugen, sandte Ihre Majestät den Chirurgen, Prof. Weliaminoff, mit seinem Assistenten, Dr. Serapine (der jetzt das Lichtinstitut in St. Petersburg leitet, von einer dänischen Krankenwärterin assistiert), hierher, um die Methode zu studieren. Ferner berief die Kaiserin den Prinzen von Oldenburg (den obersten Chef des russischen Medizinalwesens) nach Kopenhagen, zugleich mit drei russischen Gelehrten, Prof. Lukianow, Direktor des kaiserlichen pathologischen Institutes in St. Petersburg, Tchistowitch, Professor der Infektionskrankheiten an der kaiserlichen medizinischen Militärakademie, und Dr. Botkin.

Infolge dieser Besuche wurden eine Reihe medizinischer Vorträge in St. Petersburg über die Lichtmethode gehalten, zum Teil mit Demonstration von Lichtbildern nach Photographien des hiesigen Institutes; auch wurden mehrere Abhandlungen über die Materie geschrieben. In dieser vorzüglichen Weise ist die Lichtmethode in Russland eingeführt worden, und infolgedessen ist sie in keinem anderen Lande Europas, ausserhalb Skandinaviens, so gekannt und anerkannt, wie in Russland.

II.

Das Laboratorium

von

Dr. **Sophus Bang**.

Im Vergleich zu allen früheren Versuchen, die Eigenschaften des Lichtes zur Heilung von Krankheiten auszunutzen, nimmt die Wirksamkeit in unserem Lichtinstitute eine

Sonderstellung ein, die in erster Linie darauf beruht, dass das Institut in Plan und Wirkungsart auf wissenschaftlicher Arbeit basiert ist. Auf der Basis wissenschaftlich begründeter Theorien begann FINSEN das Licht zu kurativen Zwecken anzuwenden; nicht weniger war die Art und Weise, in der es angewandt wurde, selbst bei den ersten unsicheren Versuchen, auf physischen und physiologischen Experimenten begründet. Andernfalls würde das Lichtinstitut, selbst bei den am meisten wohlgelungenen Kuren nicht die Führerstellung erreicht haben, welche es jetzt unstreitig auf dem Gebiete der Lichttherapie einnimmt. Hiervon ausgehend ist ein stets grösseres Interesse sowohl für wissenschaftliche wie praktische Versuche mit dem Lichte in ganz Europa entstanden, eine Bewegung, durch welche das Mutterinstitut unseres Landes vielleicht Gefahr läuft, von den in vielen grossen Städten schon aufblühenden Anstalten in den Schatten gestellt zu werden. Freilich ist das Lichtinstitut im Augenblicke im Besitze so vieler grundlegenden Erfahrungen, dass es einen guten Vorsprung hat; ob es in Zukunft gelingen wird, die Führung zu behalten, wird davon abhängen, ob es auch in wissenschaftlicher Beziehung imstande sein wird, sein Übergewicht zu behaupten. Die Wichtigkeit dieser Sache ist glücklicherweise den Leitern des Institutes von Anfang an klar gewesen, wie dies aus dem ersten Paragraphen der Statuten hervorgeht: „Die Aufgabe des Institutes ist, Untersuchungen über die Wirkungen des Lichtes auf die lebenden Organismen anzustellen und zu fördern. . . .“ Um diese Untersuchungen zu fördern, wurde das Institut, sobald der allgemeine Status es erlaubte, in eine experimentelle Laboratoriumabteilung und eine Klinik geteilt, jede mit seinem selbständigen Leiter, und es sind reichliche Geldmittel dem Laboratorium von der Direktion des Institutes zur Verfügung gestellt worden.

Eine recht bedeutende Menge von Untersuchungen ist

bereits in dem Laboratorium gemacht worden; von den schon veröffentlichten Resultaten abgesehen, waren aber viele Vorarbeiten auszuführen, und zwar in einem Umfange, von dem man im voraus keine Ahnung haben konnte. Obgleich schon so vieles über die Wirkungen des Lichtes auf den tierischen Organismus und auf die Bakterien geschrieben ist, hatte man doch sehr oft einen bisher ganz unkultivierten Boden zu bearbeiten; nur ein Bruchteil der früheren Arbeiten sind so ausgeführt, dass man sich auf die Resultate verlassen konnte. Fast jede Frage musste von Grund aus aufgenommen werden; nicht nur wie man ein Licht mit den erwünschten Eigenschaften herbeischaffen, auch wie es reguliert, kontrolliert und gemessen werden sollte; welche Eigenschaften das angewandte Licht hatte, und welche Fehlerquellen der Verwendung derselben anhafteten — eine Menge dergleichen technischer Einzelheiten musste untersucht werden, bevor man überhaupt etwas von den Wirkungen des Lichtes wissen konnte. Und trotzdem wir jetzt viel mehr Einsicht in diese Verhältnisse wie vor einigen Jahren besitzen, haben wir in vielen Beziehungen noch das Bewusstsein, dass wir am ersten Anfang stehen: alles, was wir bisher veröffentlichten, ist nur als Vorarbeit zu betrachten.

Von grösseren noch nicht veröffentlichten Arbeiten, die uns die letzten zwei Jahre beschäftigt haben, können wir nennen: Untersuchungen über den Einfluss des Lichtes auf den Stoffwechsel, mit Ausarbeitung neuer Methoden zur Bestimmung desselben. Die Einwirkung des Lichtes auf die Tuberkelbazillen vermittelst Tierversuche untersucht. Die Wirkung konzentrierten Lichtes auf die lebendigen Gewebe. Der Einfluss des Lichtes auf Nahrungssubstrate. Von kleineren Arbeiten können genannt werden: Die Konstruktion elektrischer Widerstände, besonders zum Versuchsgebrauch geeignet. Versuche, um den Inhalt des Bogenlichtes an chemische Strahlen zu vermehren. Lichtmessungen. Untersuchungen über die

Funktionsfähigkeit der in der Klinik angewandten Apparate. Das Kontrollieren der Apparate, welche für das Ausland bestellt werden. Mikroskopische Untersuchungen für die Klinik. Verschiedene bakteriologische Arbeiten.

Die Klinik

von

Holger Forchhammer.

In den Jahren 1898 und 1899 bestand wie in den vorigen Jahren die Arbeit auf der Klinik ganz überwiegend in der Behandlung von Lupus vulgaris, indem der Zufluss von Patienten mit dieser Krankheit stets im Steigen gewesen ist.

Ausserdem sind, insofern der Platz es erlaubt hat, die Versuche mit der Behandlung anderer Hautkrankheiten fortgesetzt worden, unter welchen man in erster Reihe Lupus erythematosus, Alopecia areata, Epithelioma cutaneum, Acne vulgaris, Acne rosacea und Naevus vascularis planus nennen muss.

Nachdem die Anzahl der Lichtapparate im November 1897 von 8 auf 16 vermehrt war, stieg die Zahl der Patienten sehr schnell. Während im Dezember 1897 die tägliche Anzahl der Einzelbehandlungen unter 50 war, hatte sie im April 1898 100 erreicht. Ein weiteres Steigen wurde durch die Installation von vier neuen Lichtapparaten im Oktober 1898 ermöglicht. Für das ganze Jahr 1898 machte die durchschnittliche Anzahl von Einzelbehandlungen pr. Tag 99 aus, für 1899 war die Anzahl 126.

Die Anzahl von neueingekommenen Patienten war in 1898: 219, in 1899: 289.

Ausserdem sind von den in 1896—97 eingekommenen

Patienten 88 zur fortgesetzten oder erneuerten Behandlung hier gewesen, so dass die gesamte Anzahl behandelter Patienten in 1898—99 596 beträgt.

Lupus vulgaris: im ganzen wurden 454 Patienten behandelt, davon waren 73 von 1896—97 überführt, 162 1898 hinzugekommen, 219 1899 hinzugekommen.

Von den 381 neueingekommenen waren:

das männliche Geschlecht	1898: 42,	1899: 56,	im ganzen: 98
das weibliche Geschlecht	„ 120,	„ 163,	„ „ 283

Das Alter der Patienten war:

0—15 Jahre	1898: 15,	1899: 26,	im ganzen: 41
15—25 „	„ 64,	„ 66,	„ „ 130
25—40 „	„ 52,	„ 72,	„ „ 124
40—60 „	„ 23,	„ 48,	„ „ 71
60—70 „	„ 8,	„ 7,	„ „ 15
Aus Dänemark waren	1898: 155,	1899: 187,	im ganzen: 342
Vom Auslande waren	„ 7,	„ 32,	„ „ 39

Von den Dänen waren:

aus Kopenhagen . . .	1898: 33,	1899: 31,	im ganzen: 64
„ dem übrigen Seeland	„ 18,	„ 26,	„ „ 44
„ Jütland	„ 81,	„ 101,	„ „ 182
„ Fühnen	„ 12,	„ 14,	„ „ 26
„ den übrigen Inseln .	„ 11,	„ 15,	„ „ 26

Von den Ausländern waren:

aus Schleswig	1898: 3,	1899: 9,	im ganzen: 12
„ übrigen Deutschland .	„ 1,	„ 1,	„ „ 2
„ Schweden	„ 3,	„ 6,	„ „ 9
„ Norwegen	„ —,	„ 7,	„ „ 7
„ Russland	„ —,	„ 3,	„ „ 3
„ Finnland	„ —,	„ 2,	„ „ 2
„ England	„ —,	„ 3,	„ „ 3
„ Frankreich	„ —,	„ 1,	„ „ 1

Die Dauer der Krankheit der Patienten vor der Behandlung verhielt sich so:

0— 5 Jahre	. . . .	1898:	34,	1899:	67,	im ganzen:		101
5—10	„	„	45,	„	50,	„	„	95
10—15	„	„	34,	„	45,	„	„	79
15—20	„	„	24,	„	21,	„	„	45
20—25	„	„	13,	„	20,	„	„	33
25—30	„	„	6,	„	5,	„	„	11
30—35	„	„	3,	„	5,	„	„	8
35—40	„	„	1,	„	4,	„	„	5
über 40	„	„	2,	„	2,	„	„	4

Von sämtlichen 454 auf Lupus vulgaris behandelten Patienten waren am Ausgange des Jahres 1899 noch 121 unter beständiger Behandlung, 307 waren „mit der Hauptbehandlung fertig", während 26 die Behandlung zur Unzeit abgebrochen hatten.

Von den 26, die die Behandlung abgebrochen haben, waren 10 gestorben (7 an Tubercul. pulm., 1 an Ulcus cancrosum in Lupo, 1 an Morbus cordis p. p., 1 nach einer Laparotomie), 5 hörten wegen Tubercul. pulm. gravis auf, 5 mussten wegen privater, nicht die Behandlung angehender Verhältnisse abreisen, 4 verliessen uns, um die Lichtbehandlung in der Heimat fortzusetzen, endlich waren 2 weggeblieben, ohne einen Grund anzugeben.

Während die Lupuspatienten in den vorigen Jahren ausschliesslich mit Licht behandelt worden waren, haben wir in 1898—99 in einigen Fällen verschiedene andere Behandlungsweisen als vorbereitend oder unterstützend angewandt. Also haben wir in einzelnen Fällen Ausschrabung oder Thermokauterisation ausgeführt. Häufiger sind Ätzsalben, gewöhnlich Ungv. ac. pyrogallici comp. (BESNJER) angewandt. Während der Lichtbehandlung haben fast alle Patienten eine schützende

Verbindung, entweder einen Umschlag von Borwasser oder eine indifferente Salbenverbindung getragen.

Die zahlreichen Schleimhautlokalisationen, die grösstenteils der Lichtbehandlung nicht zugänglich gewesen sind, haben eine besondere Behandlung gefordert. Prof. HOLGER MYGIND hat dem Institute den Dienst erwiesen, 200 von den Patienten zu untersuchen und hat gütig die Behandlung der vorfallenden Fälle von Lupus laryngis übernommen.

Die häufig auftretenden Augenaffektionen sind gütig auf der Klinik für Augenkrankheiten des Kommunehospitals behandelt (Dr. med. EJLER HANSEN und Dr. med. CHR. F. BENTZEN).

Andere Komplikationen erforderten öfters besondere Behandlung, und die Ärzte des Institutes haben dann und wann die Patienten zu Hause beaufsichtigt, ebenfalls haben wir eine gewisse Aufsicht über die grösseren und kleineren Pensionate geführt, die speziell für die Patienten des Institutes errichtet worden sind.

Erysipelas und erysipelasähnliche Fälle sind mitunter aufgetreten, doch nur als einzelne Fälle.

Keine Krankheiten sind epidemisch unter den Patienten aufgetreten.

Wie früher hat Prof. HASLUND gütig geholfen, die Diagnose in zweifelhaften Fällen zu stellen.

Zuletzt muss erwähnt werden, dass einzelne der Lupus-Patienten des Institutes wohlwollend verzugsweise adm. Röntgen von Dr. JOHAN FISCHER, teils in dem Kommunehospitale, teils in seiner Privatklinik, behandelt wurden.

Andere Krankheiten: In den Jahren 1898—99 sind im ganzen 142 Patienten mit anderen Krankheiten behandelt worden. Davon sind 15 von 1896—97 überführt, in 1898 kamen 57 und in 1899 kamen 70 ein.

1. Lupus erythematosus: im ganzen 31 Patienten,

davon 27 aus Dänemark, 2 aus Russland, 1 aus Norwegen und 1 aus Schweden.

Von den Patienten waren 7 Männer, 24 Frauen, alle über 25 Jahre.

Am Schlusse des Jahres waren 11 scheinbar geheilt, 10 waren noch unter Behandlung, während 10 die Behandlung ohne Resultat abgebrochen hatten. Von diesen letzteren starb einer unter starkem Zunehmen des sehr ausgebreiteten Leidens, einer verschlimmerte sich deutlich unter der Behandlung, die übrigen wurden nur wenig beeinflusst.

Die Mehrzahl der Patienten sind ausschliesslich mit Licht behandelt, einige sind noch gleichzeitig auf andere Weise, am häufigsten mit oberflächlichen Galvanokauterisationen, behandelt worden.

2. Alopecia areata: im ganzen 29 Patienten, alle aus Dänemark.

Das männliche Geschlecht 18, das weibliche Geschlecht 11.

Alter: 0—15 Jahre: 8
15—25 „ 9
25—40 „ 8
40—60 „ 4

Am Ausgange des Jahres waren 22 geheilt, 1 war noch unter Behandlung, während 6 ohne Resultat abgebrochen hatten, die meisten nach einer Behandlung von nur wenigen Séancen.

Fast alle Patienten wurden ausserdem während der Lichtbehandlung mit antiseptischen Badewässern behandelt.

3. Epithelioma cutaneum: im ganzen 17 Patienten, alle aus Dänemark.

Das männliche Geschlecht 7, das weibliche Geschlecht 10.

Alter: 25—40 Jahre: 1
40—60 „ 7
60—80 „ 9

Am Ausgange des Jahres waren 8 scheinbar geheilt, 2 waren in deutlicher Besserung, und 7 hatten die Behandlung abgebrochen. Von diesen war einer längere Zeit unter der Diagnose Lupus vulgaris behandelt. Die grosse kankröse Ulceration genas, der Zustand verschlimmerte sich schnell wieder. Einer besserte sich, starb aber an einem interkurrenten Leiden. Einer wurde solaminis causa für ein grosses Ulcus faciei behandelt.

4. Acne vulgaris und Acne rosacea: im ganzen 15 Patienten, von welchen 14 aus Dänemark, 1 aus Norwegen waren.

Das männliche Geschlecht 8, das weibliche Geschlecht 7.

Alter: 14—25 Jahre: 6
25—40 „ 5
40—60 „ 4

Am Ausgange des Jahres waren 4 scheinbar geheilt, 5 wesentlich besser, 1 noch unter Behandlung, während 5 die Behandlung ohne Resultat abgebrochen hatten.

5. Naevus vascularis planus: im ganzen 10 Patienten, von welchen 9 aus Dänemark, 1 aus Norwegen waren.

Das männliche Geschlecht 3, das weibliche Geschlecht 7.

Alter: 0—15 Jahre: 4
15—25 „ 3
25—40 „ 3

Am Ausgange des Jahres war einer scheinbar geheilt, 2 hatten die Behandlung abgebrochen, 7 waren noch unter Behandlung.

6. Tuberculosis cutanea: im ganzen 7 Patienten: 1 Ulcus tubercul. anguli oris, noch unter Behandlung; 3 Fälle von tuberc. cut. verrucosa, von welchen 2 geheilt waren, der dritte ohne Resultat abgeschlossen; 3 Fälle von „Gommes scrophuleuses“, die nicht kennbar von der Lichtbehandlung beeinflusst waren.

7. Trichophytia capitis: im ganzen 6 Patienten, alle Kinder unter 7 Jahren.

Das Resultat war negativ in 4 Fällen; in 2 Fällen, alle beide frisch und wenig ausgebreitet, trat Genesung ein.

8. Favus, 2 Fälle, alle beide mit negativem Resultat.

9. Seborrhoea capitis, 4 Fälle, alle mit negativem Resultat.

10. Eczema faciei et Sycosis, 5 Fälle, alle mit negativem Resultat.

11. Ulcera luetica, 5 Fälle. Die 2 Fälle, die einige Zeit unter einer falschen Diagnose behandelt wurden, besserten sich scheinbar, die 3 anderen Fälle wurden nur kurze Zeit und besonders aus sozialen Rücksichten behandelt.

12. Keloid nach Vaccination, 1 Fall bei einem 6jährigen Kinde; mit negativem Resultat behandelt.

13. Pigmentatrofie, 2 Fälle, mit negativem Resultat.

14. Verschiedene, im ganzen 8 Fälle von anderen Krankheiten, wo die Behandlung nicht vollständig durchgeführt wurde. Darunter ein Fall von Otitis chron. und ein Fall von Tuberculosis vesicae urinariae, vermittelst besonders dazu konstruierter Apparate behandelt, alle beide ohne deutliches Resultat.

VI.

Untersuchungen über das Häufigkeitsverhältnis von Lupus vulgaris in Dänemark

von

Prof. Dr. **N. R. Finsen.**

Da es wegen des grossen und fortdauernden Andranges von Lupuspatienten zum Lichtinstitute aus praktischen Gründen vorteilhaft sein würde, einigermaassen die Anzahl von einheimischen Lupuspatienten zu kennen, haben wir es unternommen, hierüber einige Aufklärung zu schaffen.

In Anbetracht des wissenschaftlichen Interesses, welches eine solche Untersuchung haben würde, wollten wir dieselbe erst einigermaassen umfassend gestalten; es wurde mir aber bald klar, dass die Schwierigkeiten so grosse, und die Aussichten, ein zuverlässiges Resultat zu erzielen, so geringe waren (eine Sache, die ich weiter unten beweisen werde), dass ich mich entschloss, die Untersuchungen nicht umfassender, als es für unsern praktischen Zweck nötig ist, zu machen.

Um Aufklärung über die Anzahl von einheimischen Lupuspatienten zu erhalten, waren zwei Wege möglich: eine Anfrage bei allen Ärzten oder bei allen Pastoren. Falls man den ersten Weg wählte, musste das Resultat sehr fehlerhaft werden, denn es ist eine Thatsache, dass die meisten Lupuspatienten mit lange bestehendem Lupus ärztliche Hilfe für ihre Krankheit nicht mehr aufsuchen, und daher nicht von den Ärzten ge-

kannt sind. Wenn die Ärzte einen bestimmten topographischen Wirkungskreis hätten und alle Menschen in diesem Kreise kennen würden, wäre das Verhältnis ein ganz anderes. Dieses letztere trifft besser für die Pastoren zu, hier besteht aber andererseits die Unannehmlichkeit, dass man sich nicht auf die Diagnose verlassen kann. Um eine wissenschaftliche, brauchbare Statistik zu erhalten, müssten die Pastoren und Ärzte zusammenarbeiten, so dass die Pastoren die Kranken auffinden, und die Ärzte die Diagnose stellten. Diese Frage war mir aber nicht von so grosser Bedeutung, dass ich deshalb eine so grosse Arbeit in die Wege leiten und so vielen Menschen Ungelegenheiten machen sollte. Dagegen lohnte sich der Versuch, diese kombinierte Untersuchungsmethode in einer begrenzten Anzahl von Pastoraten vorzunehmen, sich dann damit zu begnügen und aus der dadurch erhaltenen Verhältniszahl einen Schluss auf die Verhältnisse des ganzen Landes zu ziehen. —

Es traf sich so glücklich, dass das Lichtinstitut einige Zeit vorher den Besuch einer grossen Menge von Pastoren aus verschiedenen Teilen des Landes gehabt hatte, welche nach Kopenhagen aus anderen Gründen gekommen waren. In der Hoffnung, dass ihr Besuch sie für die Sache interessiert hatte, und dass sie deswegen sorgfältige Recherchen anstellen würden, sandten wir an diese Pastoren, sowie an viele persönlich bekannte, im ganzen an 70 Pastoren[1]), ein Schema zum Ausfüllen, in dem folgende Fragen gestellt wurden: 1) Wieviele Patienten (Namen, Alter), an Gesichtslupus leidend, sind im Pastorat? 2) Ist die Diagnose von einem Arzt gestellt worden?

65 Pastoren beantworteten diese Fragen und das Resultat war das folgende: In 31 Pastoraten gab es keine Lupus-

1) Wir wählten fast ausschliesslich Pastoren aus Landpastoraten, da diese wahrscheinlich viel eher alle Bewohner der Pastorate als die Pastoren aus den Städten kannten.

patienten, in den übrigen 34 waren 54 Patienten, und diese waren folgendermaassen verteilt:

in	2	Pastoraten	4 Patienten
„	2	„	3 „
„	10	„	2 „
„	20	„	1 „

Die Diagnosse war in allen Fällen, zwei ausgenommen, von einem Arzte gestellt worden. — Alle Antworten, für welche ich hiermit meinen besten Dank sage, bewiesen, dass die Pastoren sich sehr viel Mühe gegeben hatten, um genaue Aufklärungen herbeizuschaffen, und in vielen Fällen haben sie mit Ärzten zusammengearbeitet, um Patienten zu finden.

Diese Untersuchungen wurden im März—April 1899 vorgenommen.

Da ich gern ein sachkundiges Urteil über den Wert, welchen man diesen Untersuchungen beilegen konnte, haben mochte, wandte ich mich an das Statistische Bureau des Staates, und Herr Direktor Rubin nahm sich mit der grössten Liebenswürdigkeit dieser Frage an, er liess die eingezogenen Aufklärungen untersuchen und sandte mir folgende Äusserung über das Resultat, mit der Erlaubnis, dasselbe zu benutzen:

„Zur Beleuchtung der Frage von der Anzahl der einheimischen Lupuspatienten haben Sie einige Aufklärungen bei mehreren Geistlichen auf dem Lande eingesammelt und mich gefragt, inwiefern ich glaubte, dass man aus diesen zerstreuten Aufklärungen einen Schluss auf die Gesamtheit ziehen könnte.

Obwohl ein Verfahren, wie das von Ihnen angewandte, schon brauchbare Resultate hervorbringen kann, so ist doch das Material im gegenwärtigen Falle zu gering und leistet zu wenig in wichtigen Punkten, dass man ihm einigen Wert beilegen darf. Nichtsdestoweniger habe ich die Berechnung gemacht, um welche Sie mich ersucht haben, wir sind aber nach unserer Unterredung darin einig, dass sie nicht nur keinen

wissenschaftlichen Wert hat, sondern dass man auch nicht — oder noch weniger — zum praktischen Gebrauch zuviel darauf bauen darf.

Von den zugesandten 65 Schemata habe ich 2 ausgeschieden, die zum Teil Städte betreffen (das eine mit 0, das andere mit 2 Patienten), und ich habe dann die übrigen 63 dergestalt verteilt:

Anzahl der gefragten Landpastoraten		Anzahl der Patienten	Die Anzahl sollte im Verhältnis zur Gesamtheit sein
Seeland (mit Bornholm) .	12	10	10
Fühnen, Laaland-Falster .	16	12	13
Jütland	35	30	29
Zusammen:	63	52	52

Die Verteilung ist also einigermaassen gleichmässig, und die Anzahl von Patienten sollte danach $82_{,5}$ Prozent von der Anzahl der Pastorate sein. Jetzt giebt es ungefähr 1000 Landpastorate, da aber ein Teil von diesen mit einer Stadt oder einem Handelsort verbunden sind, wird in betreff der Landbevölkerung allein das Richtigste, mit ungefähr 950 zu rechnen, und die Anzahl von Lupuspatienten sollte dann 784 sein.

Wie wir hier die Landbevölkerung von der der Stadt ausgeschieden haben, kann erstere nur zu $^3/_5$ von der Bevölkerung ganz Dänemarks gerechnet werden, und falls Sie die 784 acceptieren werden und annehmen, dass ein entsprechendes Verhältnis auf die Stadtbevölkerung überführt werden kann, erhalten wir also, was diese anbelangt, 523 Patienten. Im ganzen sollte dann Ihr Material, auf diese Weise benutzt, uns dazu führen, die Anzahl von Lupuspatienten in Dänemark zu ungefähr 1300 anzuschlagen."

Obgleich Herrn Direktor RUBIN's Urteil über das Resultat

so hoffnungslos lautet, dass es vielleicht das Richtigste scheinen möchte, die Frage liegen zu lassen, werde ich doch einige Bemerkungen und Aufklärungen hinzufügen. Die Frage ist nämlich von der Natur, dass man unmöglich genaue Zahlen und ein zuverlässiges Resultat erhalten kann, daher darf man aber nicht ganz den Versuch aufgeben, der Wahrheit so nahe als möglich zu kommen.

Hier handelt es sich also darum, ob die Zahl 1300 (ca. $^1/_2$ pro Mille) zu gross oder zu klein ist. Die zwei wichtigen Fragen: 1. ob die Anzahl von Lupuspatienten unverhältnismässig gross oder unverhältnismässig klein in den untersuchten Pastoraten gewesen ist, 2. ob die Häufigkeit von Lupus verschieden bei der Stadtbevölkerung und bei der Landbevölkerung ist, muss ich liegen lassen. Dagegen werde ich darauf aufmerksam machen, dass die Anzahl von Lupuspatienten, die von den 65 Pastoraten angegeben ist, durchaus ein Minimum ist, da es dem Namen nach bekannte Patienten sind und die Diagnose von Ärzten gestellt ist.

Während, soviel ich weiss, keine Untersuchungen oder Aufklärungen über diese Frage aus anderen Ländern vorgelegen haben, giebt in der kürzlich (1900) erschienenen 30. bis 31. Lieferung von NEISSER's: Stereoskopischer, medizinischer Atlas im Vorwort, Seite VI, einige Untersuchungen von Prof. NEISSER über die Häufigkeit von Lupus in Schlesien.

Prof. NEISSER schreibt darüber: „Über die Häufigkeit des Lupus in Schlesien (mit fast $4^1/_2$ Millionen Einwohnern) kann ich folgende Angaben machen: Ich habe die in Schlesien befindlichen 1560 Ärzte durch Anschreiben gebeten, mir alle ihnen bekannten Lupusfälle zu melden. Antworten liefen ein nur von 1060 Ärzten mit Angaben über 709 Lupusfälle. Es bedarf keiner ausführlichen Darlegung, dass diese Zahl nach keiner Richtung hin die Zahl der in Schlesien vorhandenen Lupusfälle erreicht. Abgesehen davon, dass über-

haupt nur zwei Drittel der Ärzte geantwortet haben, werden auch denjenigen, welche meine Anfrage erledigen wollten, viele Lupusfälle in der Gegend, in der sie praktizierten, unbekannt geblieben sein."

Falls man nun davon ausgehen wird, dass die Ärzte, welche nicht antworteten, eine entsprechende Anzahl von Lupuspatienten melden könnten, würde man das Resultat erhalten, dass es wenigstens ca. 950 Lupuspatienten unter Schlesiens 4½ Million Einwohnern giebt, also kaum ¼ pro Mille, während meine Zahl für Dänemark wenigstens ½ pro Mille war.

Trotz dieses grossen Unterschiedes darf man deswegen nicht schliessen, dass Lupus häufiger in Dänemark als in Schlesien ist, denn, wie ich oben hervorgehoben habe, so wird man stets bei Anfragen an Ärzte eine viel zu kleine Zahl erhalten.

Wenn wir aber von diesen problematischen Zahlen absehen und uns daran halten, was von mehr zuverlässiger Natur vorliegt, werden wir sehen, dass allein die Anzahl von Lupuspatienten aus Dänemark, wovon wir schon auf dem Lichtinstitut Rechenschaft abgelegt haben, grösser ist, als ¼ pro Mille (bis jetzt haben wir im ganzen 477 Lupuspatienten aus Dänemark behandelt und hierzu kommen noch 192, die vorgemerkt waren oder noch sind.

Wenn ich hinzufüge, dass die Anmeldung von neuen Patienten (aber alte Fälle) noch sehr gross ist, ist es kaum übertrieben, daraus zu schliessen [1]), dass die zurückbleibende

1) Da es mittlerweile so viele Verhältnisse giebt, die die Anzahl der Anmeldungen beeinflussen können, muss man doch ein wenig vorsichtig sein, soviel aus ihnen zu schliessen. Von der Errichtung des Institutes ist es ein beständiges und einigermaassen gleichmässiges Steigen von der Anzahl der Anmeldungen von Patienten bis zum ersten Quartal von 1899, darauf traf ein ruhiges, langsames Fallen ein, in den letzten Monaten giebt es wieder etwas Steigen, ohne dass doch die Zahl vom ersten Quartal von 1899 erreicht ist.

Anzahl von Lupuspatienten hier im Lande nicht so ganz gering ist, und es wird sich vielleicht zeigen, dass die Hauptzahl, welche aus unseren Untersuchungen hervorging, nicht soweit von der richtigen zu treffen ist.

Das Resultat der grossen Arbeit von Prof. Neisser, das sowohl viel Geld als viel Zeit gekostet hat, ist ohne Zweifel noch geringer und noch weiter ab von der Wahrheit als das unsrige, und ermutigt durchaus nicht, ähnliche umfassende Untersuchungen hier zu machen, um so weniger, als wir in einigen Jahren, falls alles wie bis jetzt verläuft, auf dem Lichtinstitut ein vorzügliches statistisches Material über die Häufigkeit der Lupuskrankheiten hier im Lande erhalten werden.

Als wir die hier genannten Untersuchungen machten, hatten wir keinen Begriff von der Häufigkeit der Lupuskrankheit; beim Sprechen mit Ärzten konnte man Vermutungen hören, die von 500 bis 5000 Fälle variierten, und wenn die Ungewissheit so gross war, muss man doch annehmen, dass man etwas durch unsere Untersuchungen gewonnen hat.

VII.

Behandlung von Masern und Scharlach mit Ausschliessung der sogenannten chemischen Lichtstrahlen.

Übersichtsartikel

von

Valdemar Bie.

In einem Artikel [1]) über Behandlung von Pocken mit Ausschliessung der chemischen Lichtstrahlen, hat Finsen folgendes geschrieben:

„Diese Behandlung ist indessen, wie man sieht, keine spezielle für Pocken; es ist ein neues therapeutisches Prinzip, das, wie ich schon oben angeführt habe, möglicherweise eine gewisse Bedeutung bei anderen exanthematischen Krankheiten und Hautkrankheiten bekommen könne, jedenfalls wird es von grossem Interesse sein, Klarheit über die Frage zu erhalten, ob die chemischen Strahlen einen Einfluss auf diese Krankheiten haben oder nicht. Mit Hautkrankheiten ist es eine besondere Sache, dagegen würden solche Untersuchungen bei exanthematischen Krankheiten, z. B. Masern, Scharlach und Rotlauf, sehr leicht zu machen und ausserdem ganz unschädlich sein". „Solche Versuche könnte man leicht in jedem Hospital für Infektionskrankheiten ausführen, z. B. indem man eine Zeitlang eine Krankenstube mit rotem Lichte und eine andere mit gewöhnlichem Lichte beleuchten lässt und dann zusieht, ob ein Unterschied in dem Verlaufe der Krankheit besteht; man könnte auch ein paar Tage rote Gardinen vor die Fenster hängen und dann in den nächsten paar Tagen dem Lichte wieder in gewöhnlicher Weise Zutritt gestatten". Da es jetzt feststeht, dass die Ausschliessung der chemischen Lichtstrahlen mit Sicherheit die Eiterung in den Pockenbläschen verhindert, scheint es mir an der Zeit, den Versuch zu machen, auch andere exanthematische Infektionskrankheiten mit rotem Lichte zu behandeln, und dies umsomehr, als man aus der Tierpathologie eine allgemeine, von Exanthem begleitete Krankheit kennt, die vom Lichte abhängig ist. Wenn Wiederkäuer mit Buchweizen gefüttert werden, bekommen die weissen Tiere, die dem Lichte ausgesetzt werden, Vergiftungssymptome durch einen narkotischen Stoff, sowie eine vesikulöse Hauteruption; die weissen Tiere, welche im Dunkeln stehen, sowie die schwarzen Tiere bleiben dagegen gesund.

Man kann selbstverständlich weder aus den Verhältnissen dieser Buchweizenkrankheit, noch aus dem günstigen Resultate der Pockenbehandlung durch rotes Licht etwas über den Einfluss des Lichtes auf den Verlauf anderer exanthematischen Infektionskrankheiten schliessen; es kommt mir aber vor, dass die erwähnten Erfahrungen zu dem Versuche berechtigen, die Finsensche Behandlungsmethode auch bei diesen Krankheiten anzuwenden. Bisher ist dieses nur in geringer Ausdehnung geschehen, indem nur im ganzen sieben Versuchsreihen vorliegen.

Gleich nachdem Svendsen in Bergen die ersten günstigen Resultate der Pockenbehandlung nach Finsens Methode veröffentlicht hatte, versuchte der Kreisarzt Birkerod [1]) die Behandlung mit rotem Licht in zwei scarlatinaähnlichen Fällen.

1) N. R. Finsen: Über die schädliche Wirkung der chemischen Strahlen auf den tierischen Organismus. Hospitalstidende Nr. 44, 1893.

1) F. Birkerod: Mitteilungen aus dem städtischen Krankenhaus in Nyborg. Ugeskrift for Läger 1894. S. 211.

In beiden handelte es sich um Patienten, die wenige Tage, nachdem sie dem roten Lichte ausgesetzt waren, fieberfrei wurden, trotzdem gleichzeitig kein Antipyreticum angewandt wurde, und trotzdem Chinin, Antifebrin und Antipyrin keine Wirkung auf einen der Patienten gehabt hatte. Dr. BIRKEROD erwähnt dagegen keine Wirkung auf den scarlatinaähnlichen Ausschlag, der bei beiden Fällen vorhanden war.

Die Frage über die Wirkung der Behandlung mit rotem Licht auf die Temperatur ist sehr interessant, sie ist aber bis jetzt nicht Gegenstand einer eingehenden experimentellen oder klinischen Untersuchung gewesen. Durch zwei Fälle kann diese Frage nicht gelöst werden, wie Dr. BIRKEROD ganz richtig selbst sah, indem er bemerkt, dass man aus diesen einzelnen Versuchen nichts schliessen darf, dass aber das günstige Resultat doch zum Fortsetzen der Versuche ermuntert.

THYMANN,[1]) der in dem Amtkrankenhaus Kopenhagens versucht hat, Scarlatina-Patienten mit rotem Licht zu behandeln, hat viel bessere Gelegenheit als BIRKEROD gehabt, die Wirkung des roten Lichtes auf den Verlauf der Krankheit zu beurteilen, insofern er 36 Patienten zur Verfügung hatte. Indessen hat er völlig einseitig seine Aufmerksamkeit auf den Verlauf des Exanthems gerichtet. Er schreibt folgendes über seine Versuche: „36 Patienten (mit Scarlatina, Ref.) sind auf FINSENs Veranlassung mit „rotem Lichte" behandelt worden. Soviel man beurteilen konnte, hatte das rote Licht nicht die geringste Einwirkung auf die Intensität oder Dauer des Exanthems, indem man weder eine Einwirkung auf starke noch auf schwache Exantheme konstatieren konnte. Die anfangs verhältnismässig schwachen und blassen Exantheme breiteten sich ungestört weiter aus und wurden später sehr

1) F. THYMANN; Diphtheri og Scarlatina u. s. w. Hospitalstidende 1895. S. 270.

intensiv; die anfangs verhältnismässig starken Exantheme blassten nicht schneller durch diese Behandlung ab, dagegen schien das rote Licht beruhigend auf mehrere Patienten zu wirken."

Ob die Behandlung mit rotem Lichte einen günstigen Einfluss auf das Exanthem hat, scheint mir nicht das Wichtigste zu sein, da dieses Exanthem als solches keine Gefahr für die Patienten bedingt; höchstens würde ein solcher Einfluss die Abschilferung und infolgedessen die Isolation verkürzen. Die Hauptsache ist, ob diese Behandlung auf den Verlauf der Infektion selbst und auf die übrigen Reaktionen des Organismus von Einfluss ist; besonders muss man Temperatur, Puls, Allgemeinbefinden und die cerebralen Funktionen (Delirien, Coma) beobachten. Falls THYMANNs Eindruck, dass das rote Licht beruhigend auf die Patienten wirkt, sich bei wiederholten Versuchen bekräftigte, ist dieses von weit grösserem Wert, als eine günstige Einwirkung auf das Exanthem, sei es, dass ein milderer Verlauf der Krankheit oder dass die geringe Lichteinwirkung auf die Netzhaut der Grund der Beruhigung sei.

Später hat E. SCHOULI[1]) die Wirkung des roten Lichtes auf zwei Fälle von Scarlatina versucht, nachdem er ausgezeichnete Resultate bei der Behandlung von Pocken nach dieser Methode erreicht hatte. In keinem der Fälle zeigte sich Desquamation.

FESTNER (Riesa) hat mir in einem Briefe mitgeteilt, dass er die Behandlung mit rotem Licht bei einem Fall von Scharlach angewandt hat. Als die Patientin (ein 14jähriges Mädchen) in rotes Licht gelegt wurde, hatte sie Angina, 40,5° C. und eine krebsrote Haut; 24 Stunden später war das Fieber verschwunden, das Allgemeinbefinden gut und die Patientin hatte Appetit, nur der Puls hielt sich ca. vier Tage auf 110 bis 106.

1) E. SCHOULI (Tunis): Société de thérapeutique de Paris 11. Okt. 1899. Ref.: Zeitschr. f. diätetische und physikalische Therapie, 3. Bd. S. 612.

Th. SCHÜLER in Berlin teilt mir mit, dass er 26 Fälle von Masern und 14 Fälle von Scharlach mit rotem Licht behandelt hat. Bei allen Fällen hat er den Eindruck gehabt, dass die Behandlung im hohen Grade beruhigend wirkte, selbst bei einer Temperatur von 40° C. und darüber, sowie dass das Jucken geringer war, und dass das Exanthem und die Conjunctivitis schneller verschwanden.

Provinzarzt BACKMANN [1]) in Viborg (Finnland) hat in seinem Artikel „Om Variola vera och de kemiska strålarna" eine kurzgefasste Mitteilung darüber gegeben, dass er die Methode FINSENs auch anderen akuten exanthematischen Infektionskrankheiten gegenüber, z. B. Scarlatina und Morbilli, wirksam gefunden hat. Ich habe an Dr. BACKMANN geschrieben, um nähere Aufklärungen zu erhalten, und er hat mir folgende Antwort gesandt, für welche ich meinen besten Dank sage:

„Nur 5 oder 6 Fälle von Scarlatina kamen damals (d. h. während der vier Jahre, als Dr. BACKMANN als Arzt an dem Epidemiekrankenhaus in Kolikkomäki angestellt war) im Krankenhaus vor und wurden nach derselben Methode behandelt. Das Exanthem war schwächer und die Abschilferung folgte schneller, das Fieber verlor sich im Laufe von 48 Stunden, Gehirnsymptome waren kaum zu bemerken und die Rekonvaleszenz war schneller. Auf die Halssymptome konnte ich keinen Einfluss durch die Methode wahrnehmen .... Nach vier Jahren wurde das Epidemiekrankenhaus geschlossen, ich habe aber immer die FINSENsche Methode in meiner Privatpraxis angewandt und viel Nutzen davon gehabt, besonders in den Hunderten von Morbillifällen, die ich behandelt habe. Das Fieber ist immer gering und von kurzer Dauer gewesen, die katarrhalischen Augen- und Lungenaffektionen waren gering und

1) HERMAN BACKMANN: Finska läkaresellskapets handlingar, Bd. 50 Nr. 5, Mai 1898, S. 486.

keine Gehirnsymptome sind vorgekommen. Deshalb bin ich besonders zufrieden mit der Methode gewesen, und die Eltern der Kranken nicht weniger; ich beabsichtige fortwährend, dieser guten und praktischen Behandlungsmethode zu folgen. Als Provinzialarzt eines grossen Distriktes (6 Kommunen mit ungefähr 100000 Personen) habe ich nicht über alle Krankheiten Journal führen oder Notizen machen können, doch kann ich mit Überzeugung und Erfahrung aussprechen, dass die FINSENsche Methode von grosser und wirklicher Bedeutung bei der Behandlung von exanthematischen Krankheiten ist, deren Verlauf milder und schneller wird . . . ."

Mit Recht kann man die Einwendung gegen den günstigen Eindruck BACKMANNs von der FINSENschen Behandlungsmethode machen, dass es völlig subjektiv ist, und, was die Scarlatina anbelangt, sich sicher auf ein zu kleines Material stützt.

CHATINIÈRE [1]) hat indessen während einer ausgebreiteten und typischen Masernepidemie einige Versuche mit Behandlung von Masern durch rotes Licht gemacht, durch welche die Beobachtungen BACKMANNs auf eine glückliche Weise ergänzt wurden, indem CHATINIÈRE zufällig eine Art Kontrollversuch (Fall Nr. 1) machte, d. h., er liess den Patienten wechselweise im roten Lichte und im vollen Tageslichte liegen, ganz wie FINSEN in der oben citierten Stelle vorgeschlagen hat. Der Wert des Versuches CHATINIÈREs wird ferner dadurch vergrössert, dass er von vornherein keine günstigen Resultate zu erhalten erwartete, sondern diese Behandlungsweise „par simple curiosité" versuchte. CHATINIÉRE scheint die Ausschliessung der chemischen Lichtstrahlen gründlich durchgeführt zu haben; eine spektroskopische Untersuchung erwähnt er aber nicht. Die erste Krankengeschichte ist so interessant, dass sie verdient, in extenso mitgeteilt zu werden:

1) CHATINIÈRE: La Presse médicale, 10. Sept. 1898, Nr. 75, p. 78.

Nr. 1. „V. V., 8 Jahre alt, bekommt den 19. Juli des Abends plötzlich Kopfschmerzen und Fieber. Man liess mich rufen, ich konstatiere bedeutende gastrische Störung, und da das Kind hierzu disponiert ist, ordiniere ich Umschlag. Zwei Stunden später, während welcher das Kind stark geschwitzt hat, ist eine fast allgemeine Eruption (Kopf und Körper) von zweifelloser Natur zum Vorschein gekommen. Es besteht Lichtscheu, Schnupfen und rauher Husten; die Temperatur ist 39° C.; alles dieses hat sich ganz plötzlich entwickelt. Ich ordiniere ein beruhigendes Mittel und einen Senfumschlag um die Unterschenkel. Am folgenden Morgen um 9 Uhr ist die Eruption mehr ausgesprochen, die Augen sind rot und geschwollen; es besteht lautes Röcheln und die Temperatur ist nicht gefallen (39,3°).

Ich rate hierauf, die Fenster und Thüren mit einem Vorhang von rotem Kattun zu verhängen, ohne tiefere Überzeugung, nur aus Neugier. Des Mittags gehe ich zum Patienten, um zu sehen, wie meine Anordnung ausgeführt ist, und ich konstatiere zu meiner Überraschung, dass die Eruption ganz verschwunden ist; ferner ist das Kind, das jetzt afebril ist, heiter geworden, sogar zu lärmend; es beklagt sich darüber, sein Spielzeug nicht sehen zu können. Ich erlaube dann den Eltern, die die Klagen des Patienten nicht ertragen können, die roten Vorhänge wegzunehmen.

Gegen 3 Uhr bittet mich die Mutter, schnell zu kommen: die Eruption ist in ihrer vollen Ausdehnung zurückgekehrt; das Fieber und der Stumpfsinn sind ebenfalls wieder da. Man frägt, ob es Komplikationen sind. Ich beruhige die Eltern, lasse die roten Vorhänge wieder aufhängen und gebe den Befehl, dieselben nicht wieder wegzunehmen. Nach zwei Stunden war die Eruption wieder verschwunden, das Allgemeinbefinden war besser. Kurz darauf nahmen der Husten und die Lichtscheu ab. Kurz gesagt, im Verlaufe von 48 Stunden war die Krankheit beendet, und das Kind in Rekonvaleszenz; bei der

Desquamation ist nichts zu bemerken gewesen. Nach 8 Tagen bekam der Patient ein Bad und ging aus, und dieser Fall von Masern, der anfangs so drohend aussah, ist im ganzen so ruhig wie möglich von dem Augenblicke an verlaufen, wo man das Licht ausschloss."

No. II war ein 12jähriger Bruder des vorigen. Er bekam die gewöhnlichen Anfangssymptome. „Gleich im Anfang der Krankheit wurde die oben angeführte Behandlung angewandt, und trotz der Intensität der prämonitorischen Symptome und der konstitutionellen Schwachheit des Kindes, verliefen die Masern in zwei Tagen; die Eruption dauerte kaum 12 Stunden. Das Kind stand auf, bekam ein Bad und ging den sechsten Tag aus, ohne die geringste Komplikation gehabt zu haben. Der Katarrh der Conjunctiva, der Nase und des Larynx war minimal, ohne dass man medikamentöse Behandlung angewandt hätte."

No. III, ein 9jähriges Kind, war nur vier Tage krank; es war weder Desquamation noch Komplikation vorhanden. Das Kind stand auf, bekam ein Bad und ging den sechsten Tag aus.

No. IV, Schwester der zwei erstgenannten Patienten, wurde ins rote Licht gelegt, bevor Hautsymptome sich zeigten. Der Verlauf der ganzen Krankheit dauerte kaum drei Tage. Ob ein Exanthem sich während des Aufenthaltes im roten Lichte entwickelte, wird nicht erwähnt; die Krankengeschichte ist sehr kurz gefasst und in einer Nachschrift referiert.

Die Krankengeschichten No. II, III und IV, für sich genommen, beweisen eigentlich nichts anderes, als dass es Fälle von Masern giebt, die leicht und schnell verlaufen, trotzdem dass schwere prämonitorische Symptome vorhanden gewesen sind. Wertvoller ist No. I, wo die Ausschliessung der chemischen Lichtstrahlen die starken Symptome (starkes Exanthem, Tp. 39,3°, Stumpfsinn) im Laufe von drei Stunden zum Schwinden brachte,

wo diese Symptome wieder drei Stunden, nachdem man die roten Vorhänge weggenommen hatte, zurückgekehrt waren, um wieder im Verlaufe von zwei Stunden zu verschwinden, nachdem die roten Vorhänge wieder aufgehängt waren. Falls eine genügende Anzahl von solchen Kontrollversuchen dasselbe Resultat gegeben hätte, würden sie ein sicherer Beweis einer vorzüglichen Wirkung der Behandlung von Masern mit rotem Lichte gewesen sein. Dieser einzige Versuch kann natürlich nicht als ein Beweis betrachtet werden, sondern dieser und die drei anderen Fälle CHATINIÈRES, in Verbindung mit dem günstigen Eindrucke BACKMANNS und SCHÜLERS von den Masernfällen, die sie behandelt haben, deuten jedenfalls soviel darauf, dass die Behandlung mit rotem Lichte einen günstigen Einfluss auf den Verlauf dieser Krankheit hat, dass man Grund hat, die Versuche fortzusetzen.

Die Versuche, andere exanthematische Infektionskrankheiten — von den Pocken abgesehen — mit rotem Lichte zu behandeln, sind dagegen noch nicht weiter vorgeschritten, als dass man fast auf blossem Grunde anfangen muss; auch bei diesen Krankheiten muss man diese Behandlungsmethode versuchen, um so vielmehr, als sie ganz unschädlich, den Patienten nicht unangenehm und selbst in der Privatpraxis leicht ausführbar ist.

---

* Neuer Verlag von F. C. W. VOGEL in Leipzig. *

Zehnte vermehrte Auflage.

LEHRBUCH

DER

HAUT-KRANKHEITEN

von

Prof. Dr. Edmund Lesser.

Mit 43 Abbildungen im Text und 3 Tafeln in Kupferätzung.

Gr. 8°. Broschiert M. 8.—; gebunden M. 9.25.

Zehnte vermehrte Auflage.

LEHRBUCH

DER

GESCHLECHTS-KRANKHEITEN

von

Prof. Dr. Edmund Lesser.

Mit 21 Abbildungen im Text und 3 Tafeln in Kupferätzung.

Gr. 8°. Broschiert M. 8.—; gebunden M. 9.25.

* Neuer Verlag von F. C. W. VOGEL in Leipzig. *

DIE BEHANDLUNG
DER
TABISCHEN ATAXIE
MIT HILFE DER UEBUNG.

Compensatorische Uebungstherapie, ihre Grundlagen und Technik

von

Dr. H. S. Frenkel,
dirig. Arzt des Kurhauses „Freihof" in Heiden (Schweiz).

Mit 132 Abbildungen im Text.

Gr. 8°. Preis broschiert M. 10.—; gebunden M. 11.25.

AKADEMISCHE ERINNERUNGEN
EINES
ALTEN ARZTES
AN
BERLINS KLINISCHE GRÖSSEN

von

Dr. Otto Braus.

8. 1901. Preis M. 3.—, gebunden M. 3.60.

Druck von August Pries in Leipzig.

Verlag von F. C. W. Vogel in Leipzig.

Ueber die Bedeutung
der
Chemischen Strahlen des Lichtes
für Medicin und Biologie.
Drei Abhandlungen
von
Prof. Dr. **Niels R. Finsen** in Kopenhagen.
Mit 6 Abbildungen und 6 Tafeln.
gr. 8. 1899. Preis M. 2.50.

Ueber die Anwendung von concentrirten
Chemischen Lichtstrahlen in der Medicin
von
Prof. Dr. **Niels R. Finsen** in Kopenhagen.
Mit 4 Abbildungen und 2 Tafeln.
gr. 8°. 1899. Preis M. 1.20.

Mittheilungen
aus
Finsens Medicinske Lysinstitut
(Finsens medicinischem Lichtinstitut)
in
Kopenhagen.
I.
Herausgegeben von
Prof. Dr. **Niels R. Finsen.**

Die deutsche Ausgabe herausgegeben von
Dr. **Valdemar Bie,**
Laboratoriums-Assistent am Institute.
8. 1900. Preis M. 3.—.

Druck von August Pries in Leipzig.

FINSEN, MEDICINISCHES LICHTINSTITUT. II. HEFT.

MITTEILUNGEN
AUS
FINSENS MEDICINSKE LYSINSTITUT
(FINSENS MEDICINISCHEM LICHTINSTITUT)
IN
KOPENHAGEN

II

HERAUSGEGEBEN
VON
PROF. DR. NIELS R. FINSEN

DIE DEUTSCHE AUSGABE HERAUSGEGEBEN
VON
DR. VALDEMAR BIE
LABORATORIUMS-ASSISTENT AM INSTITUTE

LEIPZIG
VERLAG VON F. C. W. VOGEL
1901